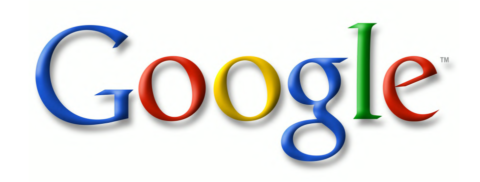
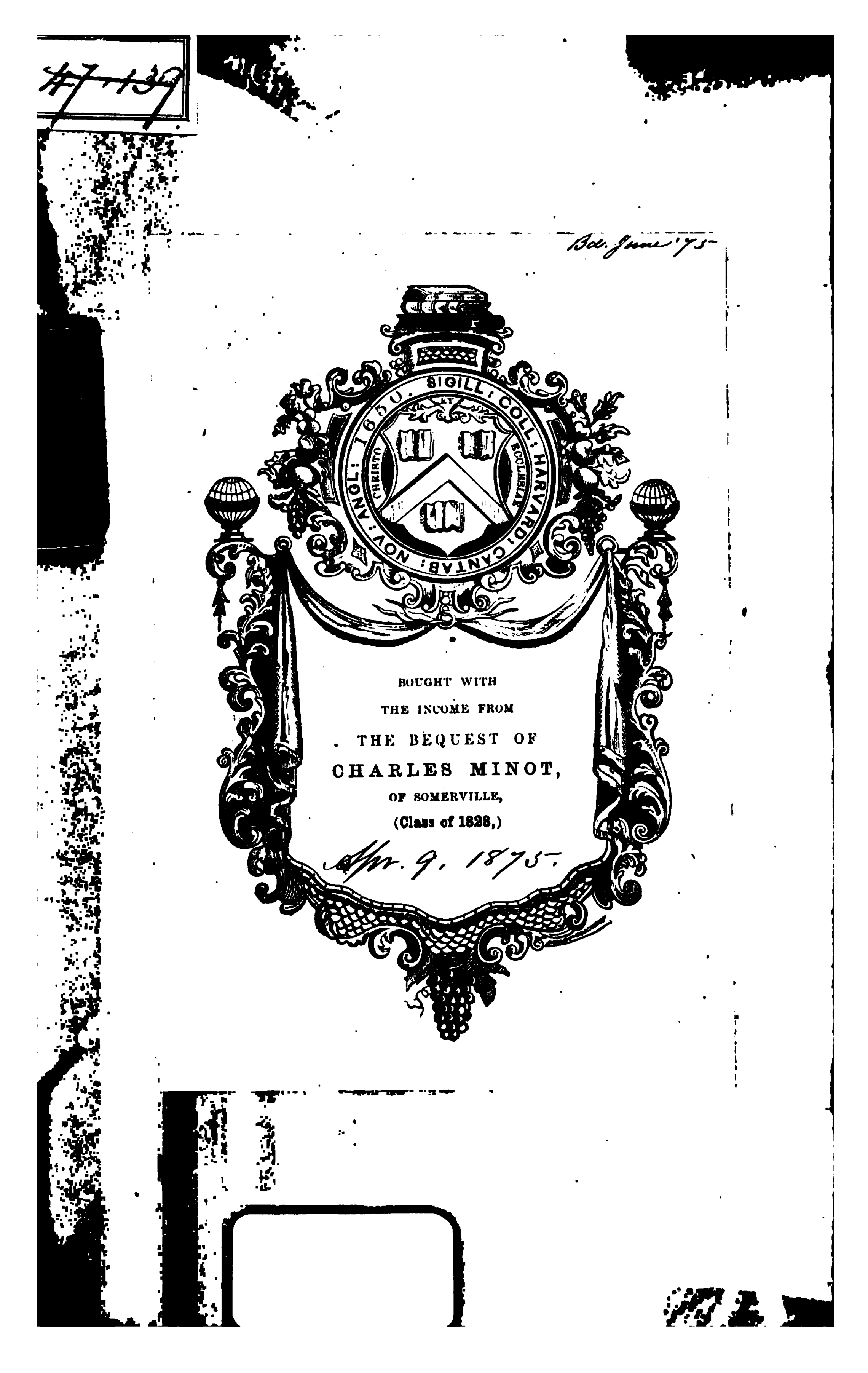



Bd. June '75
SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR

M. CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine.

HUITIÈME ANNÉE

1872

PARIS

GERMER BAILLIÈRE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

Londres	New-York
Hipp. Baillière, 219, Regent street	Baillière Brothers, 440, Broadway

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DE TOPETE, 16

1872

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

DE
LA RÉGÉNÉRATION DU CRISTALLIN
CHEZ QUELQUES MAMMIFÈRES

Par le Dr Benjamin MILLIOT.

PLANCHES I, II, III, IV, V ET VI.

PRÉLIMINAIRES.

La monographie que nous publions aujourd'hui est un travail de longue haleine. Il est le fruit des recherches que nous avons entreprises encore en 1863, à Kiew (Russie), d'après le conseil de notre vénérable maître, M. W. Karavaïew, et que malheureusement diverses circonstances de la vie ne nous ont pas permis de poursuivre avec plus d'assiduité : le lecteur y aurait trouvé moins de lacunes et nous plus d'une question secondaire résolue au profit de la science, à côté de celle qui les domine toutes, la régénération du cristallin normal chez quelques mammifères. Nous avions l'intention de publier nos recherches beaucoup plus tard, espérant pouvoir trancher du même coup l'importante question, au point de vue pratique, de la régénération ou de la non-régénération du cristallin chez l'homme après la cataracto-

tomie; mais les récentes recherches de M. Philipeaux sont venues, en quelque sorte, nous forcer la main.

Lorsqu'en 1867 nous présentâmes à l'Académie des sciences de Paris notre mémoire sur la régénération du cristallin (1), et lorsqu'en 1868 nous publiâmes en russe un travail sur le même sujet (2), nous étions loin de penser que des faits étudiés avec patience et impartialité, et livrés comme tels à la publicité, pussent élever des doutes chez des confrères à esprit judicieux et à âme bien née. La chose eut lieu cependant, et ce ne fut que plus tard seulement, quand, passionné pour la lutte avec les difficultés de notre art, nous nous attaquâmes résolument à des questions ardues et en amont du courant scientifique, que nous comprîmes les déceptions inhérentes à toute recherche de progrès dans la science.

Nous constatons avec bonheur que le professeur W. Karavaïew, de Kiew, fut de ceux qui ne doutèrent ni de la bonne foi de nos travaux mentionnés, ni des faits qui s'y trouvaient consignés : il savait que ses élèves étaient incapables de s'engager dans cette nouvelle voie médicale, créée en dehors de nos traditions par des esprits d'innovation téméraire, et acclamée par les natures moutonnières ou paresseuses, où l'analyse écœurante n'est plus équilibrée par la synthèse et où la négation est devenue la base des recherches les plus insignifiantes et des critiques les moins partiales.

Pour nous faire mieux comprendre, il suffira de dire que l'école allemande actuelle, essentiellement analytique, et ses dérivés, partis du nihilisme de l'école de Vienne et traînés par leur puissant remorqueur, Virchow, sont arrivés à remplacer l'irritation des vaisseaux par celle des cellules, à trouver le type de l'inflammation

(1) B. Milliot, *Mémoire sur la régénération du cristallin* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 28 janvier 1867).

(2) B. Милліотъ, Опытъ возрожденія нормальнаго хрусталика у нѣкоторыхъ млекопитающихъ животныхъ, послѣ удаленія его лоскутнымъ сѣченіемъ. Диссертація. С. Петербургъ, 1868. B. Milliot, *Essai sur la régénération du cristallin chez quelques mammifères après l'extraction du cristallin normal par la kératotomie* (thèse inaugurale). Saint-Pétersbourg, 1868.

dans les tissus non vasculaires (cornée et cartilages), à regarder comme certaine la provenance des éléments anatomiques par scission répétée (prolifération) des éléments anatomiques-souches d'espèce différente ; bref à bouleverser nos notions les plus élémentaires de pathologie, à rompre avec nos traditions cliniques et à poursuivre le sentier étroit de la négation (1).

Le lecteur trouvera dans notre monographie des indications bibliographiques sur la régénération du cristallin plus étendues qu'il n'eût été à même de le supposer. Nous devons à la vérité de dire qu'elles nous ont été facilitées par Sichel père, de regrettable mémoire, dans la riche bibliothèque ophthalmologique duquel nous avons pu compulser des ouvrages que nous avions vainement cherchés ailleurs. Il résulte de ces indications que la régénération du cristallin a été admise par tous les auteurs qui s'en sont occupés sérieusement, surtout par les auteurs allemands qu'on est certain de rencontrer dès qu'il s'agit de résoudre une question spéciale, et que, d'une manière générale, on a malheureusement ignorée ou méconnue en France. Tels sont : MM. Cocteau et Leroy (d'Étiolles), qui ont publié leur travail en 1825, Backhausen, Loewenhardt et Davidson, en 1827, Day, en 1828, Mayer et Midlemore, en 1832, et en dernier lieu Textor et Valentin, en 1842. Tous ces auteurs, sauf Backhausen, ont admis la régénération du cristallin, et surtout Valentin, le seul qui ait examiné au microscope des cristallins régénérés. Quant à Backhausen, qui n'a poussé ses expériences que jusqu'au vingt-cinquième jour, son opinion, contraire à la régénération du cristallin, ne peut avoir de valeur scientifique.

Malgré l'unanimité avec laquelle se sont prononcés tous les savants mentionnés, réputés par nous à juste titre comme des autorités dans la question qui nous préoccupe, beaucoup d'anatomistes, de physiologistes et d'ophthalmologistes, ces derniers

(1) Voy. Ch. Robin, article BLASTÈME du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Paris, 1869. — Voyez aussi Julius Arnold, *Die Vorgänge bei der Regeneration epithelialer Gebilde*. (*In Archiv für pathologische Anatomie u. Physiologie u. f. Klinische Medicin. Herausg. von Rud. Virchow*. 46 Bd. Heft. II, p. 168-208. 1869.

vrages. Nous y avons ajouté les noms de ceux des auteurs d'anatomie, de physiologie et d'ophthalmologie, dont cette reproduction a attiré l'attention, et qui se sont livrés à quelques appréciations, plus ou moins judicieuses à son égard, soit pour soutenir une idée préconçue (Haller et autres), soit pour réfuter celle de leurs adversaires. Mais le lecteur comprendra que nous n'avons pu citer tous les auteurs modernes d'ophthalmologie dont il trouvera les noms dans les traités de maladies d'yeux de Wecker, de Galezowski et d'autres, qu'il fera bien de consulter.

Nous nous faisons un devoir, en terminant ces préliminaires, d'exprimer notre profonde reconnaissance à nos maîtres : M. W. Karavaïew, professeur à la Faculté de médecine de Kiew, à M. C. Robin, professeur à la Faculté de médecine de Paris, à M. Raynal, professeur à l'école vétérinaire d'Alfort, et à feu Sichel père, pour leur assistance et les conseils bienveillants qu'ils nous ont donnés, et dont nous avons tâché de profiter dans la mesure de nos forces et de nos moyens.

I

INDICATIONS DES EXPÉRIENCES FAITES JUSQU'A CE JOUR SUR LA RÉGÉNÉRATION DU CRISTALLIN.

Au témoignage de Mayer (1), Vrolik, cité par Buchner en 1801 (2), fut le premier qui observa la régénération du cristallin après l'abaissement de la cataracte. Plus tard, en 1824, Dieterich reprit cette même question, mais il était réservé à Cocteau et Leroy (d'Étiolles) d'entreprendre des expériences sur des animaux et de constater la possibilité de la régénération du cristallin. Dans un mémoire que Leroy (d'Étiolles) lut à l'Académie de chirurgie le 10 février 1825 (3), il exposa les résultats des expé-

(1) *Journal der Chirurgie u. Heilkunde v. Graefe u. Walther*. Bd. XVIII, 1832. IV Heft. p. 548-550.

(2) * Buchner, *Waarneming van eene ontbinding der crystalvogten*, etc. Amsterdam, 1801.

(3) Leroy (d'Étiolles), Expériences relatives à la reproduction du cristallin. Mémoire lu à l'Académie de chirurgie, 1825. Voy. *Journal de physiologie expérimen-*

riences qu'il avait entreprises avec Cocteau sur quatre lapins, un chat et un chien. Le procédé d'extraction qu'employèrent ces savants était la kératotomie supérieure. Dans la *première expérience*, faite le 27 *juillet* 1824, le cristallin fut extrait de *l'œil droit* d'un lapin d'environ trois mois. L'iris fit saillie, et il fut impossible de le réduire. Le même accident se produisit au moment de l'extraction du cristallin de *l'œil gauche*, où, l'iris étant lésé, il y eut une légère hémorrhagie. La sortie du cristallin de l'œil gauche fut hâtée au moyen d'une curette. Les accidents consécutifs ne présentèrent pas de gravité sur l'œil gauche, mais il en fut autrement avec l'œil droit où une inflammation intense se déclara. L'animal fut tué le 9 *août* de la même année et, à la dissection de *l'œil droit*, les expérimentateurs constatèrent les lésions produites par l'inflammation générale de l'œil : la confusion inextricable de l'iris, du corps ciliaire, de la capsule cristallinienne et de la partie antérieure de l'hyaloïde. Quant à *l'œil gauche*, l'incision de sa membrane cristallinienne *donna issue à un cristallin lenticulaire, dont la consistance, un peu plus grande au centre qu'à la circonférence, était moindre que dans l'état naturel et se rapprochait de celle des portions excentriques du cristallin primitif.* Dans leur *deuxième expérience*, l'opération fut pratiquée le 28 *août* 1824, sur les deux yeux d'un lapin de trois à quatre mois. L'incision de la cornée fut agrandie avec des ciseaux fins dont les pointes servirent en même temps à diviser la cristalloïde antérieure. Le cristallin fut extrait au moyen d'une curette, et l'iris fit hernie. L'inflammation consécutive fut intense, mais le 25 *septembre*, jour où l'animal fut tué au moyen d'une injection d'huile et d'air dans la veine jugulaire, la cornée de l'œil gauche redevint transparente et celle de l'œil droit présenta de l'opacité dans sa partie supérieure. *L'œil gauche offrit*, à l'autopsie, *une membrane cristallinienne parfaitement transparente, libre d'adhérence accidentelle et contenant un cristallin lenticulaire d'une consistance moindre que dans l'état naturel. L'œil droit*

tale et pathologique de Magendie, 1827, t. VII, p. 30 et suivantes, et Recueil de lettres et mémoires adressés à l'Académie des sciences pendant les années 1842-1843. Paris, 1844.

ne contenait pas de cristallin. Dans leur *troisième expérience*, l'extraction fut pratiquée le 11 *octobre*, sur les deux yeux d'un lapin de 4 à 5 mois. L'iris fit peu hernie et l'inflammation consécutive ne fut pas intense à l'œil gauche, mais elle fut vive à l'œil droit. L'animal fut tué le 19 *novembre*, en injectant de l'huile dans la veine jugulaire. La dissection de l'*œil gauche* montra que *le contenu de la capsule cristallinienne, parfaitement transparente et sans cicatrice, n'avait pas la forme lenticulaire et la solidité du cristallin.* Il était plus consistant que l'humeur vitrée et disposé en grumeaux. Quant à l'*œil droit* « la cavité du cristallin n'existait pas. » Dans leur *quatrième expérience*, le cristallin fut extrait, le 5 *novembre* 1824, des deux yeux d'un chat adulte. Il y eut blessure, hémorrhagie et hernie des deux iris. L'hémorrhagie fut moins abondante sur l'œil gauche. L'animal fut tué le 6 *décembre*, au moyen de la suspension, et à l'examen de l'*œil droit* les expérimentateurs constatèrent, entre l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée, la présence d'une cloison formée par l'iris, le corps ciliaire et la capsule cristallinienne, et *dans laquelle il était impossible de distinguer quoi que ce fût, si ce n'est qu'il n'y avait point de régénérescence du cristallin.* Dans l'*œil gauche* ils trouvèrent *un corps à peu près lenticulaire, de couleur légèrement ambrée, épais d'une demi-ligne, et analogue à une membrane épaisse ou à une portion du cristallin desséché. L'humeur vitrée n'y existait pas.* Dans leur *cinquième expérience*, le cristallin fut extrait, le 16 décembre 1824, des deux yeux d'un chien de moyenne taille, âgé de quatre à cinq ans. A l'œil gauche, il y eut hémorrhagie assez abondante. L'animal périt le 31 janvier 1825, et à la dissection de l'*œil droit*, faite par Gerdy, on trouva dans l'épaisseur de la cloison transparente qui séparait l'humeur vitrée, *un cristallin parfaitement transparent, lenticulaire*, d'une épaisseur et d'une consistance moindres que celles d'un cristallin primitif. A l'*œil gauche*, l'iris, la capsule cristallinienne, le corps ciliaire et l'hyaloïde étaient confondus en une seule membrane. Enfin dans leur *sixième expérience*, l'extraction du cristallin fut pratiquée, le 6 *juin* 1825, sur les yeux de deux lapins, dont l'un périt sans que l'examen de ses yeux pût être fait. Le second fut tué le 18

novembre de la même année. A la dissection de ses yeux, faite en présence de Fodera, les expérimentateurs trouvèrent que *les capsules cristalliniennes étaient parfaitement transparentes et contenaient des cristallins aussi volumineux et aussi consistants que ceux qu'ils avaient extraits.* Plongés dans l'eau bouillante, ces cristallins devinrent opaques, durs et friables, absolument comme des cristallins primitifs; seulement la disposition en lamelles brillantes n'était évidente que dans les couches excentriques.

Lorsqu'on analyse chacune de ces expériences séparément, on voit que : dans la première expérience, dont la durée fut de 13 jours, le résultat a été *négatif* à *l'œil droit* et *positif* à *l'œil gauche ;* dans la seconde expérience, dont la durée fut de 33 jours, le résultat a été *negatif* à *l'œil droit*, *positif* à *l'œil gauche ;* dans la troisième expérience, dont la durée fut de 39 jours, le résultat fut *négatif* aux *deux yeux ;* dans la quatrième expérience, dont la durée fut de 31 jours, le résultat fut *négatif* aux *deux yeux ;* dans la cinquième expérience, dont la durée fut de 46 jours, le résultat fut *positif* à *l'œil droit*, *négatif* à *l'œil gauche ;* enfin, dans la sixième expérience, dont la durée fut de 165 jours, c'est-à-dire presque une demi-année, le résultat fut *positif* aux *deux yeux.* Ainsi dans ces 12 cas la régénération du cristallin a eu lieu 5 fois.

Il est à regretter que Cocteau et Leroy (d'Étiolles), qui les premiers se sont occupés de rechercher, par voie expérimentale, les modifications qu'apporte dans l'appareil cristallinien l'extraction du cristallin normal, n'aient pu faire usage des anesthésiques dont nous disposons aujourd'hui. Ces derniers leur auraient évité les difficultés qu'ils éprouvèrent pendant l'opération de l'extraction et qui ne restèrent pas sans influence sur les résultats de leurs expériences. Quoi qu'il en soit, Leroy (d'Étiolles) conclut, dans son mémoire, à la régénération du cristallin et alla même jusqu'à la comparer à celle de l'os.

Les expériences de Cocteau et de Leroy (d'Étiolles) attirèrent l'attention de quelques médecins de leur époque, qui les répétèrent, mais qui, jusqu'à Valentin, faute d'employer l'investigation microscopique, firent peu marcher en avant la question de la régénération du cristallin.

Backhausen répéta en 1827 les expériences de Cocteau et de Leroy (d'Étiolles), et en fit l'objet de sa thèse inaugurale (1). Guidé par Rudolphi et Schlemm, il entreprit à Berlin une série d'extractions de cristallins normaux sur *huit* lapins, dont 5 étaient âgés de quatre mois à deux ans et 3 autres de quatorze jours. La méthode opératoire employée par Backhausen était, paraît-il, la kératotomie supérieure au moyen du couteau de Beer. Pour confectionner le lambeau cornéen, il employait aussi le couteau de Siegresti. L'opération réussissait cependant rarement, à cause de l'impossibilité dans laquelle Backhausen se trouvait d'immobiliser le globe oculaire. Des 15 cas d'extraction qu'il fit, *onze* (1, 2, 3, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15) donnèrent un résultat *négatif*, et *un* seulement, le 7e, eut un résultat *positif*, bien que l'auteur ait cru devoir envisager ce dernier comme négatif; quant aux 4e, 6e et 8e cas d'extraction, nous ne les avons pas envisagés avec l'auteur comme négatifs, par la raison qu'il n'y a trouvé, à la dissection des globes oculaires, ni cristallin, ni capsule cristallinienne sans laquelle la régénération du cristallin est impossible. Sans entrer dans une analyse plus détaillée du travail de Backhausen, nous dirons que nous n'avons pu en faire une déduction scientifique, par la raison qu'il tuait ses lapins trop tôt et ne donnait pas assez de temps à la capsule cristallinienne pour qu'elle pût reproduire le cristallin. En effet, la plus grande durée de ses expériences a été de 17 à 25 jours. Backhausen se crut cependant autorisé à nier les résultats de Cocteau et de Leroy (d'Étiolles), et fut le premier qui émit l'idée que les cristallins régénérés de ces auteurs n'étaient autre chose que les restes des cristallins laissés dans les capsules cristalliniennes, au moment de l'opération (2).

La même année le docteur Löwenhardt de Prenzlau, assisté de son collègue Davidson, entreprit des expériences très-curieuses sur *cinq lapins* qu'il opéra à deux reprises pour voir si la capsule cristallinienne pouvait régénérer le cristallin, après l'extraction

(1) *De regeneratione lentis crystallinæ, auctor Petrus Backhausen*. Berolini, 1827.

(2) Backhausen, *loc. cit.*, p. 20.

d'un cristallin déjà régénéré une fois (1). Dans les deux premiers cas il fit l'extraction des cristallins des yeux d'un lapin de deux mois et demi par la kératotomie supérieure, et 286 jours après (9 mois) il répéta la même opération sur les yeux du même lapin et fit l'extraction de deux cristallins d'une consistance moindre que celle du cristallin normal et plus aplatis que celui-ci. Chez le second lapin, de trois mois, opéré en même temps que le premier et par la même méthode, il obtint le même résultat. La dissection des yeux, faite 88 jours après la seconde extraction, démontra l'existence, dans les capsules, d'une petite quantité de mucus gélatineux, lequel, suivant Löwenhardt, pouvait avec le temps devenir plus dense. Chez les deux lapins suivants, l'opération secondaire fut faite 257 jours après l'opération primaire et donna lieu à l'extraction de trois cristallins régénérés, moins denses et plus aplatis que chez les deux premiers lapins; de l'un des yeux du dernier lapin non-seulement il ne sortit pas de cristallin régénéré, mais à sa dissection on n'en trouva pas de trace. Il faut dire que l'inflammation de cet œil après l'opération fut très-intense. Enfin chez le cinquième lapin, au moment de l'opération primaire, l'opérateur non seulement détruisit la cristalloïde antérieure, mais dilacéra dans plusieurs directions la cristalloïde postérieure; l'opération secondaire, faite 264 jours après, ne donna issue qu'à une petite quantité d'humeur vitrée. De toutes ces expériences Löwenhardt conclut : que le cristallin se régénère chez les animaux, que chez les jeunes animaux cette régénération s'opère plus vite, et que la capsule cristallinienne est l'organe régénérateur du nouveau cristallin. Bien que ces résultats ne présentassent pas un intérêt pratique, il n'en est pas moins vrai que les expériences sur lesquelles ils reposaient étaient intéressantes et instructives : elles démontraient la possibilité d'extraire les cristallins reproduits et par conséquent n'adhérant point, ou du moins faiblement, à la capsule cristallinienne; elles démontraient également la force régénératrice très-faible de la capsule

(1) D. Löwenhardt aus Prenzlau, *Einige Versuche, um die Regeneration der Krystalllinse zu documentiren*, in *Neue Notizen u. s. w. von Froriep*, Nº 418 (nº 22 des XIXten Bandes), September, 1841, Spalte 344-346.

cristallinienne, après l'opération primaire, et la nécessité de sa présence pour la reproduction du cristallin extrait.

En 1828, Henri Day (1) relata dans la Gazette médicale « *The Lancet* » l'expérience qu'il fit sur un lapin, à l'œil duquel il fit la kératotomie et l'extraction du cristallin normal ; 43 jours après l'opération il tua l'animal et trouva dans l'œil opéré un cristallin régénéré de forme ordinaire, moins dense que le cristallin normal.

En 1832, Midlmore inséra dans *The London medical Gazette* (2) les résultats des expériences qu'il entreprit, dans le but de vérifier celles de Cocteau et de Leroy (d'Étiolles). Il fit l'extraction du cristallin : 1° de l'œil d'un lapin d'environ trois mois, et, en disséquant cet œil 9 jours après, il n'y trouva pas de trace d'un cristallin régénéré ; 2° de l'œil d'un lapin d'environ 4 mois, et 63 jours après il y trouva, à la place du cristallin, une substance demi-gélatineuse entourée d'une autre plus consistante et parfaitement transparente ; enfin 3° de l'œil d'un lapin d'environ 5 mois, et en disséquant cet œil 61 jours après, il y trouva un cristallin régénéré lequel, par sa forme et sa structure, ressemblait parfaitement à celui qu'il avait extrait. A la périphérie de ce cristallin régénéré, il trouva une petite cavité remplie d'un liquide dont la densité était entre celle de l'humeur aqueuse et de l'humeur vitreuse, et différait, du reste, du cristallin tout à fait normal. De ces trois expériences, dont le résultat a été négatif dans le premier cas et positif dans les deux autres, et de plusieurs autres qu'il ne fit que mentionner, Midlmore conclua : 1° que la régénération du cristallin a lieu chez les jeunes animaux lorsque les deux cristalloïdes n'adhèrent pas l'une à l'autre après l'opération, quand la cristalloïde postérieure n'est pas lésée et, en dernier lieu, lorsque l'inflammation du globe oculaire n'est pas intense ; 2° que le cristallin régénéré est liquide d'abord et acquiert sa forme avant d'arriver au degré voulu de densité normale ; et enfin 3° que le cristallin reproduit ne peut acquérir son entier développement qu'un an après l'extraction du cristallin normal, et que ce

(1) H. Day, *Reproduction of the lens* (*The Lancet*, 1828, 15 nov., p. 212).
(2) Midlmore, *loc. cit.*, p. 344 et 345.

développement dépend de l'âge des animaux pris pour les expériences, ainsi que de plusieurs autres circonstances.

Midlmore partageait les opinions de ses contemporains sur la structure du cristallin, bien qu'elles fussent basées sur les travaux des anatomistes du siècle passé, tels que : Winslow, Albinus, Hovius et surtout Zinn, qui donna, dans sa description de l'œil humain (1), le dessin des vaisseaux de la capsule cristallinienne. Cela nous explique pourquoi il attribua une grande valeur à la cristalloïde postérieure et établit une corrélation intime entre sa lésion et la régénération du cristallin. Cela nous explique aussi pourquoi il admettait la régénération du cristallin chez les jeunes sujets dont la cristalloïde postérieure n'avait pas été lésée pendant l'opération ; les vaisseaux de cette cristalloïde, selon Midlmore, n'étaient pas en état, chez les vieux animaux, de coopérer à la régénération du cristallin (2). Midlmore admettait en outre que le cristallin peut se régénérer deux, et même trois fois, après l'extraction répétée des cristallins (3).

La même année Mayer, professeur à Bonn, publiait dans le journal de Graefe et de Walther le résultat de ses expériences sur la régénération du cristallin (4). Il fit l'extraction du cristallin de l'œil gauche de 14 lapins, par le procédé de la kératotomie. Chaque jour un des cinq premiers lapins fut tué pendant les cinq premiers jours, mais à la dissection de leurs yeux l'auteur ne trouva pas de cristallin régénéré. Dans l'œil du dernier lapin, il trouva la capsule cristallinienne lacérée et ayant un trou à son centre. A l'examen de l'œil du 6e lapin, tué le 6e jour après l'extraction du cristallin, il trouva à la place de ce dernier un petit anneau, rempli de substance cristallinienne molle et se détachant facilement de la capsule cristallinienne; dans le globe oculaire du 7e

(1) *Descriptio anatomica oculi humani iconibus illusrata, auctore Johanne Gottfried Zinn.* Gottingæ. 1775, p. 138-142.

(2) *On the reproduction of the cristalline lens,* by Midlmore (*The London medical Gazette.* 1832, vol. X, June. 16, p. 344-348).

(3) *Idem.*, p. 348

(4) *Ueber die Reproduction der Kristallinse* von prof. Mayer in Bonn (*Journal der Chirurgie und Augenheilkunde v. C. R. v. Graefe und Ph. Walther*, 1832, Bd. XVII, Heft. 4, p. 521 et suivantes).

lapin, tué 28 jours après l'opération; il trouva à la place du cristallin extrait un anneau assez épais. A la dissection de l'œil du 8e lapin, tué 52 jours après l'opération, le cristallin régénéré était presque aussi grand que celui qui avait été extrait; mais il adhérait à la capsule et avait une forme annulaire, avec un trou au milieu. L'œil du 9e lapin, tué 56 jours après l'opération, présentait, à la place du cristallin extrait, des grumeaux réunis et formant un anneau; dans les yeux du 10e lapin, tué 56 jours, et des 11e et 12e lapins, tués 49 jours après l'extraction du cristallin, Mayer trouva, ainsi qu'il s'exprime, « *de beaux anneaux épais* », avec un trou au milieu; et il ajoute qu'il montra le cristallin du 10e lapin à Walther, Tiedemann, Treviranus et Froriep (1). Dans l'œil du 13e lapin, tué 120 jours après l'opération, il trouva les mêmes grumeaux réunis en anneau qu'il avait trouvés chez le 9e lapin; enfin dans l'œil du lapin, tué 132 jours après l'extraction du cristallin, il trouva un cristallin régénéré, dont la circonférence était plus grande que celle du cristallin extrait. Ce cristallin avait à son milieu un trou qui correspondait à la lésion de la capsule cristallinienne faite pendant l'opération.

Mayer, en se basant sur ses *cinq* expériences avec résultat *positif* et *neuf* expériences avec résultat *négatif*, arriva aux conclusions suivantes : 1° le cristallin, après l'extraction du cristallin normal de l'œil, se régénère; toutefois il faut que sa capsule soit saine; 2° la régénération du cristallin dépend de la cristalloïde antérieure; 3° le cristallin commence à se former d'abord à la circonférence de la capsule cristallinienne, puis atteint jusqu'au milieu de cette même capsule à l'endroit où cette dernière a été lésée pendant l'opération, et s'y arrête dans sa régénération; 4° la capsule cristallinienne est toujours plus ou moins adhérente au cristallin régénéré; 5° la régénération du cristallin régénéré et extrait de l'œil n'a plus lieu; 6° le cristallin régénéré a la même transparence et la même densité que le cristallin normal extrait, et peut au point de vue physiologique le remplacer plus ou moins; 7° enfin, le cristallin régénéré est toujours plus petit que le cristal-

(1) Mayer, *l. c.*, p. 535.

lin normal. Ces expériences, qui dénotèrent chez l'auteur en question une grande finesse d'observation et un talent incontestable d'expérimentation, furent très-importantes : elles lui firent constater que la régénération du cristallin dépend principalement de la partie équatoriale de la capsule cristallinienne. Pour Mayer, lui-même, ces expériences avaient encore une autre importance : elles confirmaient ses idées théoriques, d'après lesquelles il rapportait le cristallin aux tissus feuilletés (Blätter-Gewebe) (1), et qui étaient doués, selon lui, d'une grande force reproductive (2).

D'après Chelius (3), le docteur Pauli de Landau (4) fit, en 1838, l'extraction du cristallin des yeux d'un vieux chien et d'un bœuf. Il examina les yeux du premier 163 jours après l'opération, et ne constata pas sur l'un de ces yeux la présence d'un cristallin régénéré, mais en trouva un dans le second. Le nouveau cristallin était moins dense que celui qui avait été extrait. Dans les yeux du bœuf, tué 211 jours après l'opération, il trouva des cristallins régénérés; ceux-ci étaient moitié moins grands que le cristallin normal et moins denses que le cristallin régénéré du chien.

En 1842, parut le travail de Textor (5) sur la régénération du cristallin. Textor s'adonna particulièrement à l'étude des yeux humains soumis à l'opération de l'extraction de la cataracte, et s'il fit quelques extractions du cristallin normal sur des animaux ce ne fut que pour affermir, en quelque sorte, l'opinion qu'il s'était faite sur la régénération du cristallin et pour vérifier les expériences de Cocteau et de Leroy (d'Etiolles). Il fit l'extraction du cristallin normal, au moyen de la kératotomie, des deux yeux

(1) *Mayer, *Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers*. Bonn, 1819, p. 14.

(2) Mayer, *Ueber die Reprod.*, etc., p. 521.

(3) Max. Jos. Chelius, *Handbuch der Augenheilkunde*, 2 Bd. Stuttgart, 1839, p. 331-332. — *Traité pratique d'ophthalmologie*, par Max. Chelius. Trad. par Ruef et Deiber, 1839, p. 314.

(4) *Pauli, *Ueber den grauen Staar u. die Verkrümmungen*. Stuttgart, 1838.

(5) *Ueber die Wiedererzeugung der Krystallinse. Inaugural-Abhandlung v. Karl Textor aus München, mit 3 Steindrucktafeln*. Würzburg, 1842.

de deux lapins de quelques semaines et de deux autres lapins adultes. L'*œil droit* du premier lapin, par suite d'une inflammation intense, suppura et s'atrophia ; son *œil gauche* ne subit ni inflammation ; ni suppuration, mais, à la dissection, faite 231 jours après l'opération, Textor n'y trouva pas de cristallin régénéré. A l'*œil droit* du second lapin il se fit une atrophie par les mêmes raisons que chez le premier lapin ; à l'*œil gauche* qui dans l'ouvrage de l'auteur est appelé, par erreur, œil droit, Textor trouva, 232 jours après l'opération, un cristallin régénéré transparent et gélatiniforme ; il se présentait sous forme d'anneau épais de bas en haut et mince dans la direction du diamètre horizontal. Il y avait au milieu de ce bourrelet une fente transversale fermée par une membrane très-délicate. Dans *les yeux* du 3[e] lapin, mis à mort 64 jours après l'opération, l'auteur ne trouva pas de cristallins régénérés. Dans *les yeux* du 4[e] lapin, tué 212 jours (7 mois) après l'extraction du cristallin qui, à la suite d'une contraction spasmodique des muscles de l'œil, sortit seul des globes oculaires, Textor trouva dans les capsules cristalliniennes transparentes un peu de mucus gélatiniforme qu'il supposa être des cristallins régénérés. Ainsi, sur huit cas d'extraction du cristallin normal chez des lapins, le cristallin ne se régénéra que trois fois, ce qui n'empêcha pas Textor, non seulement d'admettre la régénération du cristallin, mais encore de formuler les conclusions suivantes (1) : 1° l'extraction du cristallin de l'œil est suivie, dans certaines circonstances, soit de la régénération d'un cristallin plus ou moins normal, soit de la formation d'une petite quantité de la substance cristallinienne ; 2° la régénération du cristallin dépend de la capsule cristallinienne (matrix) ; 3° après l'extraction de la capsule cristallinienne de l'œil, le cristallin ne se régénère pas ; 4° le bourrelet cristallinien est toujours adhérent à la capsule ; cette adhérence n'est cependant pas assez forte pour que l'on ne puisse l'en extraire ; 5° le cristallin régénéré est aussi transparent que le cristallin normal et l'esprit-de-vin exerce sur tous deux la même action ; 6° la régénération du cristallin, pour avoir

(1) Karl Textor, *l. c.*, p. 46.

lieu, exige un certain temps ; 7° la densité, l'épaisseur et la quantité de la substance cristallinienne régénérée augmentent à mesure qu'on laisse s'éloigner le moment de la dissection de l'œil opéré de celui où a eu lieu l'opération ; 8° la forme du cristallin régénéré dépend de la lésion de la capsule cristallinienne et de la manière dont cette dernière se cicatrise : si c'est au milieu qu'elle se cicatrise, il se forme un bourrelet cristallinien ; si cette cicatrisation a lieu à un endroit quelconque de sa partie équatoriale, le cristallin régénéré prend la forme demi-lunaire ; 9° dans tous les cas de régénération du cristallin, la capsule cristallinienne reste transparente.

A ces conclusions Textor en joint dans son travail encore trois que nous passons sous silence, vu qu'elles ne se rapportent qu'aux cristallins humains régénérés.

L'ouvrage de Textor est précieux par le développement que son auteur y donna à la partie historique ; il occupe dans l'histoire de la régénération du cristallin une place non moins remarquable que celle qu'occupe le travail de W. Sœmmering, intitulé : « Observations sur les changements organiques dans l'œil, après l'opération de l'extraction de la cataracte » (1), bien qu'il n'ait eu ni le même retentissement, ni la même influence sur les médecins de l'époque. On sait que W. Sœmmering, fils de l'illustre S. F. Sœmmering, présenta à son père sa monographie, le jour du cinquantième anniversaire du doctorat et de la carrière scientifique de ce dernier. Malheureusement, dans l'ouvrage de Textor, se trouve une lacune que sentait l'auteur lui-même (2), c'est le manque de recherches microscopiques ; et c'est à Valentin, professeur à Berne, qu'il était réservé de la combler.

Valentin fit, en 1842, l'extraction du cristallin normal par la kératotomie inférieure des yeux de deux lapins, mais il ne publia le résultat de ses expériences qu'en 1844, dans le journal de Henle et Pfeifer (3). En examinant l'œil d'un jeune lapin, tué par

(1) W. Sœmmering, *Beobachtungen ueber die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen*. Francfurt, 1828.

(2) Karl Textor, *l. c.* Vorrede, p. VII.

(3) *Mikroscopische untersuchung zweier wiedererzeugten Kristallinsen des Ka-*

la strangulation, 116 jours après l'opération, il y trouva le cristallin régénéré transparent, de forme ronde et un peu aplati. Son diamètre était de 4 1/4''' (9 millim.), tandis que celui du cristallin normal était de 4 3/4''' (9 1/2 millim.); mais d'avant en arrière, c'est-à-dire dans son épaisseur, il n'avait que la moitié du cristallin normal. A sa partie inférieure le cristallin régénéré présentait un espace triangulaire opaque de 2''' (4 millim.) de long. L'exploration microscopique démontra que le cristallin était composé de cellules cristalliniennes, caractéristiques, rondes et polyédriques, les plus petites de 0,006-0,010''', les plus grandes de 0,013 — 0,030''', et de tubes d'un diamètre de 0,0035''' — 0,0070'''. Ces derniers, ramassés en grumeaux, étaient plus délicats que les tubes normaux dont le diamètre était de 0,0025 — 0,0055'''. Dans l'œil du second lapin adulte, tué également 116 jours après l'opération, le même expérimentateur trouva un cristallin régénéré de 3 1/2''' (7 1/4 mm.), — tandis que le cristallin normal avait 4 1/2''' de diamètre (9 1/4 mm.), — aplati et adhérant à la cicatrice de la cornée. Il était transparent et avait à son centre et un peu au-dessous de celui-ci un espace opaque, jaune et rempli d'une substance granuleuse. L'investigation microscopique y démontra l'existence des mêmes éléments que dans le cristallin régénéré du premier lapin.

De ces expériences, Valentin conclut à la régénération du cristallin, régénération qu'il expliquait, d'après la théorie de Schwann, par l'épanchement dans la capsule cristallinienne, du blastème (cytoblastmasse) et la naissance des cellules et des tubes. Il émit l'opinion que les parties lésées de la capsule cristallinienne ne se régénèrent pas, que la régénération du cristallin ne peut avoir lieu qu'en tant que la capsule cristallinienne reste à sa place, que c'est à elle qu'est due la forme du cristallin régénéré, et, en dernier lieu, qu'à la régénération du cristallin coopèrent les vaisseaux de l'iris et du corps ciliaire.

ninchens v. Valentin (Henle u. Pfeifer, *Zeitschrift f. ration. Medicin.* 1844, 1 Bd. 2 partie). Voyez aussi C. Chr. Schmidt's *Jahrbücher d. gesammten Medicin.* Jahrg. 1844, 42ten Bd. n° 2.

Si nous ajoutons à tous ces expérimentateurs : Dieterich (1), cité par Textor (2), qui avait observé la régénération partielle du cristallin après la lésion de sa capsule, Balling et Gruby (de Vienne), cités par ce même Textor (3), qui firent des expériences sur des animaux et obtinrent des cristallins régénérés, Ross (4), cité par Hyrtl (5), qui fit également des expériences sur des lapins, feu Sichel (6) père, qui dans sa remarquable « Iconographie ophthalmologique » parle, en passant, de ses expériences sur des lapins, mais qui conclut à la non-régénération du cristallin, enfin Hanmann (7), cité par Desmarres (8), qui, par contre, conclut à la régénération du cristallin, sans toutefois appuyer par des expériences personnelles cette conclusion, nous aurons terminé la liste des savants qui se sont occupés d'une manière spéciale de la régénération du cristallin.

Depuis Valentin, personne ne s'occupa de la régénération du cristallin, et on serait porté à croire que ses expériences avaient été considérées comme couronnement de l'œuvre édifiée par ses prédécesseurs, et que les anatomistes, les physiologistes et les ophthalmologistes avaient accepté comme suffisamment démontrée la régénération du cristallin extrait, sinon chez l'homme, du moins chez les animaux. Il n'en fut rien cependant, et nous avons déjà insisté dans nos préliminaires sur la différence d'opinions qui existe encore aujourd'hui parmi nos savants confrères à l'égard de cette question. On peut donc dire que Valentin ouvrit une nouvelle voie à ceux qui, comme nous, devaient après lui reprendre la question de la régénération du cristallin.

(1) * Fried. Chr. Dieterich, *Ueber die Verwundungen des Linsensystemes*. Tübingen, 1824.

(2) K. Textor, *Ueber die Wiedererzeugung der Krystallinse*. 1842, p. 34.

(3) K. Textor, *l. c.*, p. 34. (*Substantia lentis crystallinæ in cane regeneratur. Gruby.*)

(4) Ross, *Handbuch der chirurgischen Anatomie*. Année ?...

(5) Hyrtl, *Handbuch der topographischen Anatomie*. 1 Bd. p. 232. 1865.

(6) Sichel, *Iconographie ophthalmologique*. Paris, 1852-59, p. 269.

(7) Hanmann, *Ueber Reproductio lentis*, von docteur Hanmann zu Rostock. In *Hufeland's Journal der praktischen Heilkunde*. Janvier 1842.

(8) Desmarres, *Traité théorique et pratique des maladies d'yeux*. Paris, 1858, 2e éd., t. III, p. 386.

En 1867, nous fîmes une communication à l'Académie des sciences (1) dans laquelle, tout en donnant une nouvelle et complète démonstration de la régénération du cristallin, nous consignâmes les résultats de nos recherches microscopiques sur des cristallins régénérés de quelques animaux mammifères. Un an après nous publiâmes en langue russe, *in extenso*, le même travail que corrobora en quelque sorte, plus tard, Philipeaux, dans une communication que fit en son nom Vulpian à la Société de Biologie (2). Philipeaux pratiqua l'extraction du cristallin normal au moyen de la kératotomie inférieure sur six lapins âgés de trois ans (voy. pl. I, fig. 3 et 4). « *Un de ces lapins* », dit-il dans sa communication, « a été examiné 15 jours après l'opération : la capsule était tuméfiée, épaissie, et elle paraissait contenir déjà un rudiment de tissu cristallinien. *Un second lapin* a été examiné 25 *jours* après l'expérience. La capsule était beaucoup plus épaissie que chez l'animal précédent ; l'épaississement siégeait surtout au voisinage du bord adhérent de la capsule. Chez *le troisième lapin*, sacrifié 40 *jours* après l'expérience, l'épaississement était encore plus prononcé ; le tissu de cet épaississement, semblable à celui du cristallin, formait un anneau complet en dedans de la circonférence de la capsule. *Les trois autres lapins* ont été examinés : l'un au bout de 60 *jours* après l'opération, un autre au bout de 4 *mois* et le dernier au bout de 5 *mois* et 20 *jours*. La régénération était de plus en plus avancée ; et chez les deux derniers elle était complète ou à peu près : le cristallin avait recouvré sa forme lenticulaire, et, *chez le dernier, il avait presque son volume normal.* »

Ces expériences, dont les résultats, c'est-à-dire les cristallins régénérés, furent mis sous les yeux des membres de la Société de Biologie, dans la séance du 23 avril 1870, présidée par M. Brown-Séquard, confirmèrent nos recherches ainsi que celles de nos prédécesseurs. Le lecteur comprendra facilement l'importance que

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 28 janvier 1871.

(2) Philipeaux, *Expériences montrant que le cristallin peut se régénérer chez les mammifères par une formation nouvelle dans la capsule cristallinienne*, in *Gazette médicale*, 1870, n° 46, p. 577 (séance du 23 avril 1870 de la Société de Biologie).

nous attachons, personnellement, aux expériences de Philipeaux, si nous lui apprenons qu'elles furent entreprises à l'insu des nôtres, et qu'elles nous donnèrent gain de cause contre certains ophthalmologistes qui, parfaitement ignorants de la question qui nous occupe, n'en opposèrent pas moins à notre travail une négation aussi impuissante que de mauvais aloi.

II

RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES ET OBSERVATIONS FAITES PAR L'AUTEUR SUR LA RÉGÉNÉRATION DU CRISTALLIN.

Avant d'exposer les expériences que nous entreprîmes sur des animaux pour étudier les phénomènes qui se produisent dans leur appareil cristallinien, après l'extraction du cristallin normal, nous devons dire que nos douze premières expériences furent faites à la fin de 1862, à Kiew, où nous eûmes l'honneur de démontrer à la Société des médecins de Kiew, dans sa séance du 21 septembre 1863, deux yeux de lapin avec des cristallins régénérés. Toutes les expériences que nous fîmes à Kiew étaient entreprises sur des lapins, et ce ne fut que plus tard, à Paris, que nous pûmes, grâce aux professeurs Robin et Raynal, à ce dernier surtout, qui mit à notre disposition des moutons, des brebis et des chiens, les reprendre sur une grande échelle. Nous avons fait l'extraction du cristallin normal, par la kératotomie, 19 fois chez des lapins, 17 fois chez des chiens, 2 fois chez des moutons, 2 fois chez des brebis, 4 fois chez des chats, 3 fois chez des cochons d'Inde, 2 fois chez des rats, en tout 49 fois. Sur ces trois derniers animaux, ainsi que sur quelques lapins, nous avons fait nos expériences dans le laboratoire d'histologie de la faculté de médecine de Paris.

Afin d'extraire plus facilement le cristallin, nous chloroformions les animaux après avoir préalablement introduit dans leurs yeux quelques gouttes d'une solution d'atropine, et ce n'est que dans les cas où les animaux du laboratoire appartenaient à d'autres expérimentateurs, et où nous opérions inopinément, ou bien dans ceux où l'iris, ainsi que nous avons pu le constater

chez les chiens, se dilatait suffisamment sous l'influence du chloroforme, que nous n'employâmes ni ce dernier, ni l'atropine.

Le *procédé opératoire* que nous employâmes *dans nos expériences était le suivant :* après avoir dilaté l'iris, nous chloroformions l'animal ; nous incisions ensuite l'angle externe de l'œil chez ceux des animaux qui avaient la fente palpébrale petite ; nous fixions le globe oculaire au moyen de petites pinces (de Blömmer), et portant la lame du kératotome de Beer ou de celui de Zehender parallèlement au plan de l'iris, nous la faisions pénétrer à l'extrémité externe du diamètre transversal de la cornée. Quand la pointe du couteau avait traversé celle-ci, nous poussions l'instrument de dehors en dedans et nous obtenions, en continuant la section cornéenne, un lambeau supérieur ou inférieur, selon que le tranchant du couteau était tourné en haut ou en bas. Afin de nous faciliter l'extraction du cristallin, nous tâchions de faire la section de la cornée le plus près possible de la conjonctive, et nous obtenions ainsi un lambeau grand et régulier, ce qui cependant ne nous réussissait pas toujours. Dans quelques cas, avant de terminer la confection du lambeau nous laissions une petite bride étroite de cornée que nous ne coupions, soit avec de petits ciseaux, soit avec le petit couteau mousse de Desmarres, que lorsque nous avions fait l'incision de la capsule cristallinienne. Au début de nos expériences, nous faisions l'ouverture de la capsule par le procédé ordinaire, c'est-à-dire qu'après avoir terminé la section de la cornée, nous faisions, à l'aide du kystitome, l'incision longitudinale ou cruciale de la cristalloïde antérieure. Plus tard, ayant compris l'importance de ce temps d'opération, nous tâchâmes de faire à la capsule cristallinienne une incision simple et demi-circulaire, et correspondant, à peu près, à l'insertion de la zonule de Zinn, ce qui, théoriquement parlant, devait nous donner un lambeau capsulaire pareil à celui de la cornée. Pour faire l'incision de la capsule cristallinienne, nous employâmes soit le kystitome, soit l'aiguille à cataracte ordinaire, soit celle de Cheselden, soit une aiguille genouillée confectionnée sur nos indications par Lüer (pl. I, fig. 1, *b*), soit enfin l'aiguille de Cheselden modifiée (pl. I, fig. 1, *a*). Nous devons dire que nous n'ob-

tirmes pas un grand bénéfice de l'aiguille genouillée. Dans les cas où le cristallin, après l'incision de sa capsule, ne sortait pas de lui-même ou n'était pas expulsé spontanément (ce qui arrivait lorsque les contractions spasmodiques des muscles de l'œil étaient fortes), nous obtenions sa sortie en pressant légèrement, au moyen de la curette de Daviel, sur la partie du globe oculaire opposée à la section cornéenne.

Afin de nous faciliter l'incision demi-circulaire de la cristalloïde antérieure de la capsule, nous faisions, dans quelques cas, l'excision d'une partie de l'iris ou bien nous dilacérions ce dernier au moyen de petits crochets mousses. Il nous est arrivé aussi quelquefois d'introduire, avant d'opérer la section de la cornée, l'aiguille à cataracte dans la chambre antérieure, de faire l'incision de la capsule, et, après avoir attendu quelque temps, de passer aux autres temps de l'opération. Afin de tenir les lèvres de la plaie cornéenne le plus longtemps possible affrontées, nous réunissions les paupières par une ou deux sutures qui tombaient ordinairement entre le 3e et le 5e jour. Ces sutures tombaient plus tôt, si le résultat de l'opération était négatif, c'est-à-dire si la suppuration de l'œil se déclarait. Nous avons tenu quelques-uns de nos animaux dans des lieux obscurs; à quelques autres, dans le but de garantir leurs yeux opérés, nous fixions leurs propres oreilles, au moyen de sutures, au-dessous des orbites. Nous devons dire cependant que toutes ces précautions ne contribuaient pas toujours à nous faire obtenir des résultats plus favorables que ceux que nous obtenions sans elles.

Parmi les phénomènes qui se produisaient dans nos expériences après l'opération de l'extraction du cristallin, nous devons mentionner : 1° la guérison de la plaie cornéenne, sans complication aucune, le rétablissement des fonctions de l'iris, en un mot, et, d'une manière générale, l'issue favorable de l'opération ; 2° l'inflammation peu intense de la cornée et de l'iris. Dans ce cas, l'inflammation se terminait par une résolution pure et simple, ou bien elle était suivie d'adhérences (le plus souvent de filaments) de l'iris avec la cicatrice de la plaie cornéenne ou avec celle de la capsule cristallinienne, restée à sa place après l'opé-

ration de l'extraction du cristallin et renfermant ou non un cristallin régénéré ; ou bien enfin elle donnait lieu à de fausses membranes constituées par du tissu conjonctif de nouvelle formation et du pigment, et tapissant la capsule cristallinienne (cataractes siliqueuses) ; 3° la panophthalmie et, comme conséquence, l'atrophie plus ou moins prononcée de l'œil. Ici nous observions, à côté de la procidence de l'iris, le ramollissement de l'humeur vitrée ; l'apparition çà et là de flocons formés par des cellules modifiées de l'humeur vitrée ; l'inflammation du corps ciliaire, de la choroïde, de la rétine; le décollement de cette dernière, son ratatinement; l'absorption de l'humeur vitrée et la formation d'une espèce de cordon, qui allait comme une chalaze, de la papille du nerf optique à la cristalloïde postérieure et que constituaient la rétine dégénérée (apparition au milieu de ses éléments du tissu conjonctif), la membrane hyaloïde du corps vitré et les cellules modifiées de ce dernier. Les cristalloïdes se retrouvaient avec difficulté au milieu des tissus modifiés et pour la plupart liés entre eux par du tissu conjonctif de nouvelle formation.

Pour examiner les changements qui s'opéraient dans l'appareil cristallinien, après l'extraction du cristallin normal, nous enlevions la cornée du globe oculaire en la coupant avec de petits ciseaux tout autour du cercle extérieur de l'iris et en la laissant quelquefois attachée à la sclérotique au moyen d'une toute petite bride. Nous coupions ensuite avec ces mêmes ciseaux, au milieu du globe oculaire, la sclérotique, la choroïde, la rétine et l'humeur vitrée, et nous divisions ainsi l'œil en deux moitiés, l'une antérieure et l'autre postérieure ; enfin nous éloignions tout à fait la cornée en coupant sa bride, et nous enlevions l'iris et ce qui restait d'humeur vitrée du côté de la cristalloïde postérieure.

L'examen pratiqué de la sorte sur 49 globes oculaires extirpés chez différents animaux nous montra que : sur 19 yeux de lapins le cristallin s'était régénéré 7 fois; sur 17 yeux de chien, 5 fois; sur 2 yeux de bélier, 2 fois ; sur 4 yeux de chat, 1 fois ; sur 3 yeux de cochon d'Inde, 2 fois; en tout 17 *cristallins régénérés*. La non-régénération du cristallin eut lieu : 12 fois chez les lapins, 12 fois chez les chiens, 2 fois chez les brebis, 3 fois chez les

chats, 1 fois chez les cochons d'Inde et 2 fois chez les rats ; en tout 32 fois.

Forme des cristallins régénérés. — Les cristallins régénérés, obtenus dans nos expériences, avaient la forme : 1° *du cristallin normal* extrait, c'est-à-dire, ils étaient arrondis dans leur partie équatoriale, mais toujours plus ou moins aplatis de devant en arrière, c'est-à-dire dans la direction de leur axe (diamètre antéro-postérieur) (pl. I, fig. 3, B); 2° d'*un anneau* formé par la partie équatoriale de la capsule cristallinienne. Ici les bords de la cristalloïde antérieure, produits par la lésion au moment de l'opération, se recroquevillaient, s'éloignaient du pôle antérieur et adhéraient à la cristalloïde postérieure au moyen d'une substance amorphe ; la cristalloïde postérieure formait ainsi, seule, *la fossette de l'anneau cristallinien*, c'est-à-dire, l'espace qui se trouvait au milieu de l'anneau constitué, dans les cas à résultat positif, par des éléments du cristallin, et dans les cas à résultat négatif, par du tissu conjonctif de nouvelle formation, du pigment, etc. (voy. pl. I, fig. 2, *d*) ; 3° *d'un fer à cheval* formé par l'anneau dont les cristalloïdes étaient adhérentes dans un endroit quelconque. La fossette annulaire se présentait ici agrandie par suite de son prolongement jusqu'à l'endroit interrompu de l'anneau (voy. pl. II, fig. 2, *a*, et pl. VI, fig. 3, *a*) ; 4° *demi-lunaire* par suite de ce que le cristallin régénéré formait un bourrelet qui n'occupait qu'une partie quelconque de l'équateur de la capsule cristallinienne, dont les cristalloïdes étaient, partout ailleurs, adhérentes l'une à l'autre (voy. pl. VI, fig. 1, B. *a'*); enfin 5° la forme *irrégulière*, à surface bosselée, par suite de produits inflammatoires occupant la fossette cristallinienne, ou bien la surface antérieure de la capsule, et par suite de l'apparition d'éléments cristalliniens, par endroits seulement de la partie équatoriale de cette même capsule.

Nous avons examiné presque toutes les préparations du cristallin régénéré, soit plus ou moins complétement, soit partiellement, immédiatement ou bientôt après l'extirpation des yeux chez les animaux opérés. Afin de nous faciliter l'examen microscopique de ces préparations, nous y ajoutions les solutions de 5 pour 100

d'acide sulfurique, de 20 pour 100 d'acide acétique dilué et de 10 pour 100 de potasse caustique. Pour colorer nos préparations nous avons employé une dissolution de carmin, peu riche en ammoniaque ; pour les durcir nous avons employé une solution de bichromate de potassium, 3 parties pour 100 d'eau, et enfin pour les conserver nous avons employé de la glycérine pure ou bien un mélange en parties égales : de glycérine, d'une solution concentrée d'ichthyocolle et d'une solution saturée d'acide arsénieux, auxquelles nous ajoutions un peu de camphre (mélange de Legros).

Avant de décrire la structure intime du cristallin *régénéré*, nous croyons utile d'entrer dans quelques explications sur ce que nous entendons par *régénération du cristallin*, et, lorsque celle-ci a lieu, quelles sont les phases de son évolution.

Phénomènes observés après l'extraction du cristallin normal. — Après l'extraction du cristallin normal des yeux, les cristalloïdes se rapprochent ordinairement l'une de l'autre, à l'exception de leurs parties lésées par l'aiguille à cataracte, et s'adossent, pour ainsi dire, sauf les cas où la substance corticale cristallinienne est restée en place au moment de l'opération. Après le rétablissement de la chambre antérieure, l'augmentation de l'humeur aqueuse et sa pression sur l'iris qui s'ensuit, ce dernier s'éloigne de la cornée, prend la forme d'un entonnoir et s'applique contre la capsule cristallinienne vidée. Au moment de l'incision de la cornée, de l'évacuation instantanée de la chambre antérieure et de l'extraction du cristallin, l'iris se trouve gorgé de sang ; et lorsque plus tard la chambre antérieure se rétablit, ce qui a lieu très-vite dans les cas d'opérations réussies, il s'opère un dégorgement de ce même iris. Le dégorgement s'accompagnait-il de déchirures de quelques vaisseaux capillaires de l'iris et de légères extravasations? Nous ne saurions l'affirmer. Lorsque l'iris était enflammé, même légèrement, le produit inflammatoire était surtout manifeste entre le bord pupillaire de l'iris et la capsule cristallinienne, correspondait très-souvent au pôle antérieur de l'appareil cristallinien, c'est-à-dire, dans nos expériences, à la fossette annulaire des cristallins régénérés, et était presque toujours suivi d'un dépôt pigmentaire de l'uvée. On voyait bientôt après

apparaître, soit sur la fossette annulaire, soit entre l'iris et la cristalloïde antérieure, des vaisseaux capillaires et du tissu conjonctif. Malheureusement nous n'avons pu poursuivre et, par conséquent, nous ne pouvons préciser le moment de la formation des vaisseaux capillaires, ni la fréquence de l'apparition de ces derniers; mais ce que nous pouvons affirmer, c'est que cette apparition était loin d'être rare.

Dans les expériences à résultat négatif, accompagnées d'inflammation de l'iris, du corps ciliaire, etc., le tissu conjonctif de nouvelle formation se développait non-seulement dans la cavité de la capsule cristallinienne, mais aussi sur sa surface antérieure et concourait à la formation d'une membrane épaisse qui adhérait soit au bord pupillaire de l'iris, soit à la cicatrice cornéenne. Dans les expériences accompagnées également d'inflammation des parties voisines de l'appareil cristallinien, mais à résultat positif, le produit inflammatoire se résorbait et la pupille reprenait sa forme plus ou moins normale; il arrivait cependant assez souvent qu'entre la surface antérieure de la capsule du cristallin régénéré et le bord pupillaire de l'iris et de la cicatrice cornéenne il restait des adhérences minces, délicates et filiformes.

Les changements qui avaient lieu dans la capsule cristallinienne après l'extraction du cristallin, sont non moins intéressants à signaler que ceux des parties qui l'avoisinent, et que nous venons d'indiquer. Le cristallin, remplissant entièrement la capsule cristallinienne, ne peut en sortir facilement que dans le cas où cette dernière est incisée à sa partie équatoriale sur la distance d'au moins la moitié de sa circonférence, ou bien lorsque les cristalloïdes, antérieure ou postérieure, sont fendues dans différentes directions. Après l'ouverture de la capsule cristallinienne, par le procédé ordinaire, c'est-à-dire par une incision verticale, transversale ou cruciale, nous obtenions dans nos expériences des fentes insuffisantes pour l'extraction du cristallin; aussi celui-ci, pendant sa sortie lente ou prompte, par exemple, lorsque les muscles de l'œil se contractaient spasmodiquement ou bien, au moment de la pression du globe oculaire par la curette de Daviel, les agrandissait, pour ainsi dire, lui-même. Cet agrandissement

des fentes de la capsule était toujours en raison directe de la vitesse avec laquelle sortait le cristallin. Doué d'une certaine élasticité, le cristallin passait, néanmoins, bien rarement à travers les fentes, relativement petites, de la capsule cristallinienne, et encore cela n'avait-il lieu que lorsque sa sortie était lente. Il est bien entendu que tout ce qui vient d'être dit ne se rapporte nullement aux cas où le cristallin, pendant sa sortie, laissait dans sa capsule une certaine partie de sa surface corticale.

L'agrandissement forcé des fentes capsulaires, produit par les cristallins à leur sortie, avait lieu bien rarement dans une seule et unique direction. Ainsi, par exemple, la capsule cristallinienne, ouverte au moyen de l'aiguille dans la direction du diamètre horizontal de l'appareil cristallinien, était trouvée, à l'examen du globe oculaire extirpé, ouverte aussi dans la direction du diamètre perpendiculaire du même appareil (voy. pl. VI, fig. 2). Lorsque, pour la première fois, l'agrandissement forcé par le cristallin des fentes capsulaires attira notre attention, il nous semblait naturel que cet agrandissement s'étendît non seulement jusqu'à la partie équatoriale de la capsule, mais encore jusqu'à une certaine partie de la cristalloïde postérieure. Cependant, plus tard, nous nous convainquîmes que cet agrandissement forcé n'avait lieu qu'au détriment de la cristalloïde antérieure et n'aboutissait pas toujours à la partie équatoriale de cette dernière, par suite peut-être de la résistance que lui oppose la zonule de Zinn. N'ayant fait qu'un petit nombre d'observations concernant l'agrandissement des fentes capsulaires, nous ne pouvons ni ne voulons nous prononcer d'une manière positive sur la forme et l'agrandissement de ces fentes. Nous dirons néanmoins qu'il nous est arrivé d'observer, après l'extraction difficile du cristallin normal, des fentes à la cristalloïde postérieure et antérieure de la capsule, sans pouvoir constater l'existence des fentes équatoriales. Dans ce dernier cas, l'humeur vitrée cédait à la contraction des muscles du globe oculaire, et ayant devant soi une ouverture faite à la capsule cristallinienne, la traversait et apparaissait soit dans la chambre antérieure vidée, soit dans la plaie cornéenne où parfois elle faisait hernie. Cet écoulement de l'humeur vitrée à travers l'ouverture capsulaire

était accompagné d'épanchement sous-rétinien qui se résorbait dans les cas d'extraction à terminaison favorable, ou bien, dans les opérations à terminaison défavorable, produisait le décollement de la rétine sur une étendue plus ou moins grande. Ce décollement prenait peu à peu de plus grandes dimensions, comprimait l'humeur vitrée et l'atrophiait; la rétine se ratatinait et prenait, avec l'hyaloïde, la forme d'un cordon allant de la papille du nerf optique à l'appareil cristallinien, c'est-à-dire à la cristalloïde postérieure à laquelle elle adhérait.

Pour éviter l'agrandissement forcé des incisions de la cristalloïde antérieure et rendre ces dernières aussi peu étendues que possible, nous avons tâché, malheureusement trop tard, de leur donner la forme demi-circulaire et correspondant à l'incision cornéenne. Nous faisions notre incision au niveau du bord pupillaire de l'iris moyennement dilaté, c'est-à-dire à l'endroit correspondant à l'insertion de la zonule de Zinn à la cristalloïde antérieure de la capsule cristallinienne. Nous devons dire cependant qu'en procédant ainsi, et malgré tous nos efforts, nous n'avons pu obtenir que des incisions demi-lunaires. Pour inciser plus commodément la capsule, nous avons employé, soit l'aiguille genouillée spécialement confectionnée pour nous par Lüer (voy. pl. I, fig. 1, *b*), que nous introduisions dans la chambre antérieure vidée, parallèlement au plan de l'iris ; nous relevions ensuite le manche de manière à le rendre perpendiculaire à la capsule, et lui communiquions un mouvement de rotation pour faire l'incision demi-circulaire, soit l'aiguille de Cheselden, légèrement recourbée et tranchante des deux côtés à son bout (voy. pl. I, fig. 1, *a*). Nous avons trouvé ce dernier instrument bien supérieur à notre aiguille genouillée, dont l'introduction dans la chambre antérieure n'est pas facile, et dont le maniement exige non seulement beaucoup d'habitude, mais encore une certaine habileté.

Nous espérions que le cristallin, dans les cas de sorties difficiles, communiquerait un agrandissement forcé à notre incision demi-circulaire, c'est-à-dire dans la direction parallèle à l'équateur de l'appareil cristallinien ; mais il en fut tout autrement. Dans quelques-unes de nos expériences, non-seulement il agrandissait

l'incision dans une direction différente, mais quelquefois même dans une direction perpendiculaire à la nôtre. Nous mettons cependant de côté, jusqu'à de nouvelles expériences, la solution de cette importante question, comptant la reprendre plus tard ; nous la mettons de côté d'autant plus volontiers, qu'au lieu des incisions demi-circulaires projetées, nous en faisions en réalité de demi-lunaires.

Après l'ouverture de la capsule cristallinienne, par un des procédés mentionnés, les bords de l'endroit lésé de la cristalloïde : 1° ou bien se recroquevillaient, après s'être éloignés du pôle antérieur, laissant une place vide qu'occupait la cristalloïde postérieure, lorsque celle-ci n'était pas lésée, ou la membrane de l'humeur vitrée, quand cette dernière réoccupait sa place dans les expériences où son écoulement avait eu lieu. Ces bords recroquevillés, éloignés plus ou moins de l'endroit qui correspond au pôle antérieur de l'appareil cristallinien, restaient libres dans les premiers moments qui suivaient l'opération et permettaient à la nouvelle humeur aqueuse de la chambre antérieure d'agir sur le contenu de la partie équatoriale intacte de la capsule cristallinienne. Peu de temps cependant après l'opération, ces bords adhéraient à la cristalloïde postérieure de la capsule, au moyen d'une substance amorphe ou d'un tissu conjonctif nouvellement formé, et coopéraient par là à l'occlusion de la partie équatoriale de la capsule cristallinienne et à la formation (dans les cas où cette dernière était remplie de substance corticale restée après l'extraction du cristallin, ou d'éléments du cristallin régénéré), de l'*anneau cristallinien* (Krystallwulst) de Soemmering, de différentes formes et grandeurs, à commencer d'un anneau régulier et bien dessiné, et terminant par un bourrelet demi-lunaire occupant une partie très-minime de la circonférence de l'appareil cristallinien. Nous avons rencontré l'anneau cristallinien régulier bien souvent après l'écoulement de l'humeur vitrée, et aujourd'hui encore nous doutons que sa formation soit possible sans cet écoulement, plus ou moins marqué, à travers la cristalloïde postérieure lésée de la capsule cristallinienne ; 2° ou bien les bords de l'endroit lésé de la cristalloïde antérieure de la capsule, recroque-

villés ou non, se rapprochaient et se soudaient, de sorte que la capsule cristallinienne, remplie par le cristallin régénéré, reprenait sa forme primitive et présentait son ancien aspect. La partie de la capsule cristallinienne qui n'était pas lésée par l'aiguille, c'est-à-dire surtout sa partie équatoriale, contenait dans la suite de l'opération : *a.* ou de l'épithélium de la capsule cristallinienne et des tubes cristalliniens, en nombre plus ou moins grand selon qu'était plus ou moins difficile la sortie du cristallin ; *b.* ou un liquide amorphe et hyalin, de l'épithélium de la capsule et des tubes et fibres cristalliniens ayant subi, dans les cas où ils étaient en petite quantité, la transformation granuleuse (voy. pl. III, fig. 2 et 3) ; ou enfin *c.* un liquide amorphe, des globules de sang et des parties de l'humeur vitrée dans les cas d'écoulement de cette dernière.

Nous ne saurions attribuer la transformation granuleuse des tubes et fibres cristalliniens uniquement à l'influence de l'humeur aqueuse, parce que, dans une de nos expériences, nous trouvâmes, chez un vieux chien il est vrai, 144 jours après l'opération, des fibres cristalliniennes en transformation granuleuse (voy. pl. III, fig. 3, *e*). Quant à ce qui concerne l'épithélium de la capsule, ce dernier restait intact et adhérent à la surface de cette dernière, dans les cas où l'extraction du cristallin s'opérait lentement et sans difficulté ; mais dans les cas où la sortie du cristallin se faisait rapidement, l'épithélium était arraché par endroits de la surface intérieure de la capsule cristallinienne, et entraîné au dehors avec le cristallin sur lequel on pouvait l'apercevoir à l'œil nu, en forme de petites taches demi-transparentes.

Ce que l'on doit entendre par cristallin régénéré. — Dans l'intérieur de la partie équatoriale de la capsule cristallinienne, les cellules formatrices de Becker donnaient naissance aux tubes cristalliniens par leur alignement en séries linéaires (voy. pl. V, fig. 2, *b*), exactement comme dans les yeux des embryons ou de très-jeunes animaux (1). A côté de la découverte, faite par

(1) Voyez *Histoire du développement de l'œil humain*, par F. A. d'Ammon (*Annales d'oculistique*. 1860).

Meyer (1), de la zone nucléaire (Kernzone, voy. pl. I, fig. 5, *b*), celle de F. J. Becker, professeur à Helsingfors, des cellules formatrices (Bildungszellen), de la partie équatoriale de la capsule cristallinienne, occupera une place importante dans l'histoire de la structure de l'appareil cristallinien (2). Tout en passant sous silence, comme n'entrant pas dans le plan de ce travail, la question de la formation des tubes cristalliniens et les opinions, à cet égard, de divers savants entre autres de Baboukhine (3), de Zernow (4) et d'Iwanow (5), nous devons dire que nous partageons l'opinion de Becker, d'après laquelle les cellules formatrices de cet auteur donnent naissance aux tubes cristalliniens. Dans nos expériences nous avons vu, maintes fois, leur alignement par séries linéaires. Dans les cas où, après l'opération, il restait dans la capsule cristallinienne une certaine quantité de substance corticale, cet alignement avait également lieu, et les cellules formatrices étaient en nombre plus ou moins grand selon que la quantité des vaisseaux capillaires, de nouvelle formation, disséminés sur la surface antérieure de la cristalloïde antérieure, était plus ou moins forte.

Nous avons dit qu'entre l'iris et la capsule cristallinienne il se formait du tissu conjonctif et des vaisseaux capillaires disséminés sur la surface antérieure de cette dernière (pl. V, fig. 2, *d*). L'apparition de ces vaisseaux capillaires et l'augmentation de la vitalité du corps ciliaire et de l'iris nous expliquent pourquoi l'action des cellules

(1) * H. Meyer, *Beitrag zu der Streitfrage ueber die Entwickelung der Linsenfasern* (*Arch. f. Anatomie und Physiologie*, 1851).

(2) F. J. von Becker, *Untersuchungen ueber den Bau der Linse bei dem Menschen u. den Wirbelthieren* (*Archiv f. Ophthalmologie v. Arlt, Donders und v. Graefe*. Bd. IX, II[ten] Abth. 1863).

(3) * Babouchin, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges* (*Würzb. Naturwissensch. Zeitschr.* 1864).

(4) Зерновъ, О микроскопическомъ строеніи хрусталика у человѣка и позвоночныхъ животныхъ. Диссертація. Москва, 1867.

Zum mikroscopischen Bau der Linse beim Menschen u. bei den Wirbelthieren, v. Zernoff in Moskau. (In *Archiv f. Ophthalmologie v. Arlt, Donders u. v. Graefe.* 1867, T. XIII, Abth. II, p. 521-546.)

(5) Ивановъ, Матеріалъ для нормальной и патологической анатоміи хрусталика. Диссертація. С. Петербургъ, 1867.

Ivanow, *Matériaux pour servir à l'anatomie normale et pathologique du cristallin.* Thèse inaugurale. Saint-Pétersbourg, 1867.

formatrices devient plus grande et pourquoi la régénération du cristallin a lieu relativement assez vite. Comme preuve que la régénération du cristallin est en raison directe de l'augmentation de la vitalité des organes environnants, nous citerons ce fait que, dans certains cas de nos expériences où la réaction de ces organes était nulle et la terminaison de l'opération très-favorable, la régénération du cristallin n'avait néanmoins pas lieu.

Nous avons déjà dit plus haut que dans le cas où, après l'extraction du cristallin normal de sa capsule, il en restait dans cette dernière quelques parties, celles-ci subissaient la transformation granuleuse ; mais là où le nombre des tubes cristalliniens, restés dans la capsule, était en quantité tant soit peu notable, ils continuaient d'exister sans subir cette transformation et faisaient même partie du cristallin régénéré, lorsque cette régénération avait lieu. Dans d'autres cas moins favorables, ces mêmes tubes devenaient plus larges, c'est-à-dire s'hypertrophiaient.

Circonstances défavorables à la régénération du cristallin. — Après avoir décrit, dans des termes généraux, l'évolution du cristallin régénéré, nous devons mentionner, en passant du moins, les circonstances défavorables au milieu desquelles se trouvait, dans nos expériences, la capsule cristallinienne après l'extraction des cristallins. Si même nous mettons de côté les lésions étendues de la capsule cristallinienne, les phénomènes inflammatoires des organes qui l'environnent et l'épanchement qui s'ensuit, écrasant pour ainsi dire sa vitalité, il suffit de mentionner : l'adhérence qui si souvent a lieu entre les bords de l'endroit lésé de la cristalloïde antérieure avec la cristalloïde postérieure, la pression que subit, après l'opération de l'extraction, la capsule de la part des humeurs vitrées et aqueuses, et enfin l'absence de l'augmentation de l'activité de l'iris et du corps vitré après un certain laps de temps écoulé depuis l'opération, activité si nécessaire pour accélérer la formation des éléments du cristallin, pour comprendre les difficultés que doit surmonter l'appareil cristallinien, pour arriver à un cristallin régénéré ; et cependant la force régénératrice de la capsule cristallinienne est si grande que malgré toutes ces entraves elle régénère le cristallin, et jusqu'à tel point, que

s'il n'atteignit jamais dans nos expériences le volume du cristallin normal, il acquit dans l'une d'elles la moitié de son volume, et dans une autre il la dépassa. On comprend que dans ces cas les animaux pouvaient reconquérir plus ou moins la vue normale, et, en effet, ils la reconquéraient.

L'examen microscopique de la partie de l'appareil cristallinien, restée dans l'œil après l'extraction du cristallin normal, *démontra :*

1° Dans les cas où la régénération du cristallin avait lieu, et surtout dans ceux où l'animal était sacrifié plus ou moins longtemps après l'opération, non-seulement l'existence des mêmes éléments anatomiques que dans l'appareil cristallinien normal, mais encore une disposition analogue à celle des éléments cristalliniens normaux ; ainsi nous avons constaté dans ces cas : l'épithélium, les cellules de Robin (pl. III, fig. 3, *c*), la zone nucléaire de Meyer (pl. I, fig. 5, *b*) ; les tubes et fibres cristalliniens avec les espaces interfibrillaires (pl. IV, fig. 3, *e*, *e'*) ; cependant, dans la plupart des cas, ces derniers éléments étaient plus grands qu'à l'état normal.

2° Dans les cas où la régénération du cristallin avait lieu, mais où les animaux étaient sacrifiés bientôt après l'opération : de l'épithélium de la capsule cristallinienne à l'état normal (pl. III, fig. 3, *b*) des cellules de Robin (pl. III, fig. 3, *c*, et fig. 4, *c*), de tubes cristalliniens restés, après l'extraction du cristallin, normaux ou modifiés et ayant la forme de massue courbe ou de matras (pl. I, fig. 2, *e*, et pl. II, fig. 1, *b*), de globules de Morgagni (pl. VI, fig. 3, *g*), enfin de cellules formatrices éparses dans un liquide hyalin ou agglomérées et alignées par séries linéaires (pl. III, fig. 3, *d*, fig. 4, *f*, *d*, et pl. V, fig. 2, *b*) ; ces dernières s'observaient quelquefois dans les cas où la capsule cristallinienne ne contenait ni tubes, ni fibres cristalliniens.

3° Dans les cas où la régénération du cristallin n'avait pas eu lieu : du tissu conjonctif de nouvelle formation (pl. I, fig. 2, *c*, et pl. III, fig. 1, *a*), de vaisseaux capillaires, de granulations, de grains et de cellules pigmentaires (pl. V, fig. 2, *a*), de globules de sang et de pus, de cristaux d'hématoïdine, de cellules du corps

vitré rappelant les globules de pus (pl. VI, fig. 2, *b*), de l'épithélium de la capsule, de cellules formatrices ordinairement éparses, et de cellules fusiformes (pl. III, fig. 1, *f*, *f*) ; dans quelques cas les cellules formatrices étaient alignées par séries linéaires et supplantaient, pour ainsi dire, les éléments étrangers à la capsule, en les atrophiant, grâce à la force d'organisation dont elles sont douées.

Après avoir fait ressortir ces trois formes distinctes de structure des appareils cristalliniens, avec cristallins régénérés ou non, nous devons dire que leur structure microscopique ne présentait pas toujours des différences aussi tranchées, et qu'il arrivait bien souvent que les éléments sus-mentionnés, tous ou en partie, existaient en même temps dans la capsule cristallinienne.

III

EXPÉRIENCES DE L'AUTEUR ET CONCLUSIONS.

Expériences.

Lapins. — Des 19 *expériences* faites sur des *lapins*, 7 (1, 5, 10, 11, 14, 15 et 18) eurent un *résultat positif*, c'est-à-dire présentèrent des cristallins plus ou moins régénérés; et 12 (2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 17 et 19) eurent *un résultat négatif*.

I. Dans la 1re expérience, à résultat *positif*, à un lapin de 3 mois, il fut fait la *kératotomie supérieure sur l'œil gauche*, qui fut suivie de la procidence de l'iris. L'examen de l'œil, fait 451 jours (du 23 juin 1862 au 16 septembre 1863) après l'opération, y démontra l'existence d'un cristallin régénéré, transparent, aplati, et de la grandeur du tiers du cristallin normal; sa capsule contenait des tubes et des fibres cristalliniens; la démonstration de cet œil fut faite à la Société des médecins de Kiew, dans la séance du 21 septembre 1863.

II. Dans la 2e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 4 mois, il fut fait *sur l'œil droit* la *kératotomie supérieure*, que suivit la procidence et l'étranglement de l'iris dans la plaie ; l'examen de l'œil, fait 395 jours (du 24 juin 1862 au 23juillet 1863)

après l'opération, n'y montra pas la présence du cristallin régénéré.

III. Dans la 3e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 4 mois, il fut fait, sur l'*œil gauche*, la *kératotomie supérieure* que suivit la procidence de l'iris ; l'examen de l'œil, fait 419 jours (du 24 juin 1862 au 16 août 1863) après l'opération, y démontra la présence d'une simple membrane, à la place du cristallin régénéré.

IV. Dans la 4e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 3 mois, il fut fait sur l'*œil droit*, la *kératotomie supérieure* que suivit la procidence de l'iris blessé; l'examen de l'œil fait 391 jours (du 24 juin 1862 au 19 juillet 1863) après l'opération, démontra l'atrophie du globe oculaire.

V. Dans la 5e expérience, à résultat *positif*, à un lapin de 3 mois il fut fait, *sur l'œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de l'œil, fait 427 jours (du 26 juin 1862 au 26 août 1863) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré, ayant la forme d'un anneau épais, large et transparent, avec une petite fossette annulaire transparente ; l'anneau cristallinien contenait des tubes et des fibres cristalliniens.

VI. Dans la 6e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure*, qui fut suivie de l'expulsion spontanée du cristallin, par suite de la contraction spasmodique des muscles de l'œil; l'examen de ce dernier fait 424 jours (du 6 juillet 1862 au 3 septembre 1863) après l'opération, y démontra l'absence d'un cristallin régénéré.

VII. Dans la 7e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait *sur l'œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé, et il y eut écoulement d'une certaine quantité de l'humeur vitrée; l'examen de l'œil, fait 435 jours (du 6 juillet 1862 au 14 septembre 1863) après l'opération, y démontra à la place de l'appareil cristallinien la présence d'une membrane dure et épaisse.

VIII. Dans la 8e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait *sur l'œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* il y eut blessure et procidence de l'iris ; l'examen de l'œil fait

429 jours (du 13 juillet 1862 au 14 septembre 1863) après l'opération, en démontra l'atrophie.

IX. Dans la 9e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure*, qui fut suivie de la procidence de l'iris et de l'écoulement d'une certaine quantité de l'humeur vitrée; l'examen de l'œil fait 426 jours (du 16 juillet 1862 au 14 septembre 1863) après l'opération, y démontra la présence, à la place de l'appareil cristallinien, d'une membrane épaisse et opaque.

X. Dans la 10e expérience, à résultat *positif*, à un lapin de 3 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure*, qui fut suivie de la procidence peu marquée de l'iris ; l'examen de l'œil, fait 402 jours (du 24 juillet 1862 au 29 août 1863) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré, dont la dimension égalait la moitié de celle du cristallin extrait; il avait la forme arrondie et était un peu aplati d'avant en arrière; il était transparent, et, plongé dans l'alcool, il devint opaque; il était constitué par des tubes et fibres cristalliniens. Ce cristallin régénéré fut présenté à la Société des médecins de Kiew, dans la séance du 21 septembre 1863.

XI. Dans la 11e expérience, à résultat *positif*, à un lapin de 4 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'examen de l'œil, fait 414 jours (du 28 juillet 1862 au 14 septembre 1863) après l'opération, y démontra dans la partie inférieure de la capsule cristallinienne, un bourrelet demi-lunaire; à la partie supérieure de la capsule, les cristalloïdes étaient adhérentes l'une à l'autre.

XII. Dans la 12e expérience à résultat *négatif*, à un lapin de 4 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil, fait 413 jours (du 29 juillet 1862 au 14 septembre 1863) après l'opération, en démontra l'atrophie.

XIII. Dans la 13e expérience, à résultat *négatif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil, fait 147 jours (du 9 novembre 1865 au 4 avril 1866) après l'opération, y démontra la présence de la capsule cristallinienne, dont quelques parties seulement n'étaient

pas transparentes, et dont les cristalloïdes étaient rapprochées l'une de l'autre ; l'anneau était faiblement accentué, sa fossette était irrégulièrement ovale, transparente et recouverte de pigment dans un endroit ; l'anneau contenait du tissu conjonctif entièrement formé (près de la fossette), de l'épithélium de la capsule, des cellules formatrices éparses et des tubes cristalliniens plus gros qu'à l'état normal et en certains endroits ayant la forme de massue (voyez pl. I, fig. 2).

XIV. Dans la 14ᵉ expérience à résultat *positif*, à un lapin de 5 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *keratotomie supérieure*, qui fut suivie de la procidence de l'iris blessé ; l'examen de cet œil, fait 73 jours (du 19 mai au 30 juillet 1866) après l'opération, y démontra l'existence d'un cristallin régénéré, de la grandeur d'un tiers du cristallin normal. Il était transparent, mamelonné et aplati d'avant en arrière, surtout dans la direction du diamètre horizontal ; les parties supérieure et inférieure de la capsule cristallinienne, l'inférieure surtout, étaient assez épaisses ; la capsule contenait : de l'épithélium, des tubes cristalliniens, un peu plus gros qu'à l'état normal, mais disposés d'une manière régulière, et des fibres cristalliniennes (voy. pl. I, fig. 5).

XV. Dans la 15ᵉ expérience à résultat *positif*, à un lapin de 8 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'iris fut légèrement blessé ; l'examen de cet œil, fait 11 jours (du 17 au 27 septembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'une capsule cristallinienne transparente ; son contenu était gélatiniforme, et ses cristalloïdes, excepté la partie de la cristalloïde antérieure lésée par l'aiguille, étaient assez rapprochées l'une de l'autre ; la capsule contenait : de l'épithélium, des cellules formatrices avec des noyaux disposés en séries régulières, des tubes cristalliniens normaux et modifiés avec des bouts pyriformes, des granulations et du pigment.

XVI. Dans la 16ᵉ expérience à résultat *négatif*, à un lapin de 8 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé et le cristallin expulsé spontanément par suite de la contraction spasmodique des muscles de l'œil. Il y eut en même temps écoulement d'une partie de l'humeur vitrée ; l'examen de

l'œil, fait 29 jours (du 17 septembre au 15 octobre 1866) après l'opération, y démontra l'adhérence des cristalloïdes, au moyen d'un tissu conjonctif de nouvelle formation ; ce tissu ne contenait pas de tubes cristalliniens, mais dans la partie équatoriale de la capsule on trouvait par endroits des cellules formatrices.

XVII. Dans la 17e expérience à résultat *négatif*, à un lapin de 9 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de cet œil, fait 5 jours (du 11 au 15 octobre 1866) après l'opération, démontra dans la capsule cristallinienne du pus et des cellules formatrices, nageant dans le liquide purulent. L'épithélium de la capsule n'était conservé que par endroits, mais les tubes et fibres cristalliniens avaient disparu.

XVIII. Dans la 18e expérience à résultat *positif*, à un lapin de 4 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé et le cristallin extrait avec difficulté ; l'examen de l'œil fait 46 jours (du 9 janvier au 23 février 1867) après l'opération, y démontra l'existence d'un cristallin régénéré, formé par deux bourrelets, dont l'inférieur était plus grand et le supérieur plus petit ; ils étaient séparés par une fossette annulaire, transparente et ovale dans la direction du diamètre horizontal de l'appareil cristallinien ; le bourrelet supérieur adhérait par son milieu à l'iris ; l'appareil cristallinien contenait des tubes et fibres cristalliniens, les uns normaux, les autres fortement grossis, de l'épithélium et des globules de Morgagni (voyez pl. III, fig. 1).

XIX. Dans la 19e expérience à résultat *négatif*, à un lapin de 6 à 8 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie inférieure*, qui fut suivie d'un écoulement de l'humeur vitrée, dû à la contraction spasmodique des muscles oculaires. L'examen de l'œil fait 46 jours (du 9 janvier au 23 février 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

Chiens. — Des 17 *expériences* faites sur des chiens, 5 (22, 26, 27, 29 et 33) eurent un *résultat positif* et 12 (20, 21, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 32, 34, 35 et 36) eurent un *résultat négatif.*

XX. Dans la 20e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 2 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure*, qui fut suivie de la procidence de l'iris et de l'écoulement d'une petite

quantité d'humeur vitrée; l'examen de l'œil, fait 42 jours (du 22 juillet au 1er septembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un bourrelet mince, transparent, irrégulier et bosselé au voisinage de la fossette cristallinienne; cette dernière était recouverte par une substance amorphe, granuleuse et pigmentée, du tissu conjonctif et du pigment; la partie postérieure de la fossette cristallinienne et de l'anneau cristallinien avoisinant adhérait à la rétine, transformée en un cordon se dirigeant de la papille du nerf optique vers eux; l'anneau contenait en petite quantité des tubes cristalliniens, de l'épithélium, des cellules formatrices, et en grande quantité des globules de Morgagni.

XXI. Dans la 21e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 2 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure* avec iridectomie, que suivit la sortie spontanée du cristallin et l'écoulement d'une partie de l'humeur vitrée; l'examen fait 42 jours (du 22 juillet au 1er septembre 1866) après l'opération, y démontra l'adhésion des cristalloïdes au moyen du tissu conjonctif, au milieu duquel on rencontrait des cellules formatrices. La capsule cristallinienne adhérait fortement par sa face antérieure à une membrane produite par l'inflammation de l'iris.

XXII. Dans la 22e expérience à résultat *positif*, au même chien (de 2 ans), de l'expérience précédente, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure*, qui fut suivie de la procidence de l'iris et de l'écoulement d'une partie de l'humeur vitrée; l'examen de cet œil, fait 42 jours (du 22 juillet au 1er septembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré ayant la forme d'un fer à cheval et dont le bourrelet aplati avait 2 millimètres et demi d'épaisseur; la fossette annulaire était ovale, dans la direction du diamètre perpendiculaire de l'appareil cristallinien, transparente et adhérente à l'iris, à l'endroit où le bourrelet était interrompu. Au côté opposé à celui de l'adhérence à l'iris, les rebords de la cristalloïde antérieure produits par les lésions qu'avait faites l'aiguille à cataracte, formaient deux fissures; le bourrelet cristallinien contenait des tubes et fibres cristalliniens, de l'épithélium polyédrique et cylindrique, des cellules de Robin et des cellules formatrices (voyez pl. II, fig. 2).

XXIII. Dans la 23e expérience à résultat *négatif*, à un chien d'environ 3 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'examen fait 51 jours (du 22 juillet au 10 septembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un bourrelet peu accentué, surtout au côté externe où il adhérait à l'iris et à la cicatrice de la cornée; le bourrelet contenait : de l'épithélium normal, des cellules de Robin, des cellules formatrices, du tissu conjonctif de nouvelle formation, des cellules fusiformes et des tubes cristalliniens ayant la forme ampulaire (voy. pl. III, fig. 1).

XXIV. Dans la 24e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 3 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil fait 4 jours (du 23 au 26 juillet 1866) après l'opération, y démontra l'adhérence intime des cristalloïdes; la cristalloïde antérieure était recroquevillée à l'endroit de sa lésion et opaque, par suite d'une membrane occupant sa surface antérieure; la cavité de la capsule cristallinienne contenait : une substance granuleuse amorphe, de l'épithélium capsulaire, des cellules formatrices éparses, des tubes cristalliniens grossis, recourbés, à bout pyriforme et ayant subi une transformation granuleuse, et des globules de pus (voyez pl. III, fig. 2).

XXV. Dans la 25e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 2 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure;* l'extraction du cristallin fut faite avec difficulté; l'examen de l'œil fait 48 jours (du 3 août au 19 septembre 1866) après l'opération, démontra que les cristalloïdes transparentes adhéraient l'une à l'autre, et que l'anneau cristallinien, faiblement accentué, était interrompu dans plusieurs endroits et présentait des stries allant de la fossette, irrégulièrement ovale et pigmentée à sa partie supérieure, à la périphérie de l'appareil; la cavité de l'anneau contenait de l'épithélium normal, des cellules de Robin, une substance granuleuse, des cellules formatrices éparses et des globules de Morgagni.

XXVI. Dans la 26e expérience à résultat *positif*, à un chien de 6 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'iris fut blessé et le cristallin extrait avec difficulté; l'examen de cet œil, fait 16 jours (du 13 au 28 août 1866) après l'opération, y dé-

montra la présence d'un anneau cristallinien faiblement accentué et d'une fossette cristallinienne ovale ; la cavité de l'anneau contenait : de l'épithélium, des tubes et des fibres cristalliniens, des cellules formatrices à noyaux alignés par séries linéaires et éparses et des globules de Morgagni en grand nombre.

XXVII. Dans la 27e expérience à résultat *positif*, à un chien de 2 à 3 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure* avec iridectomie ; l'examen de cet œil, fait 29 jours (du 13 août au 10 septembre 1866) après l'opération, y démontra l'existence d'un cristallin régénéré, transparent, ayant un vingtième du poids du cristallin normal et constitué par de l'épithélium, des tubes et fibres cristalliniens et des cellules formatrices.

XXVIII. Dans la 28e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 8 à 10 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie externe* avec iridectomie ; l'examen de cet œil, fait 144 jours (du 1er septembre 1866 au 22 janvier 1867) après l'opération, démontra que les bords de la lésion par l'aiguille de la cristalloïde antérieure étaient adhérents à la cristalloïde postérieure au moyen d'une substance amorphe ; la fossette cristallinienne était irrégulièrement triangulaire, transparente et formée uniquement par la cristalloïde postérieure de la capsule cristallinienne ; l'anneau cristallinien, de 1 $^1/_2$ millimètre d'épaisseur, contenait : de l'épithélium polyédrique et des cellules formatrices agglomérées dans certains endroits et éparses en d'autres, des tubes cristalliniens ayant subi la transformation granuleuse et des cellules de Robin ; la démonstration de cette préparation a été faite à l'Académie de médecine de Paris, dans la séance du 29 janvier 1867 (voyez pl. III, fig. 3).

XXIX. Dans la 29e expérience à résultat *positif*, à un chien de 2 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure* avec iridectomie; l'examen de cet œil, fait 9 jours (du 11 au 19 septembre 1866) après l'opération, y démontra l'adhérence de l'endroit lésé de la cristalloïde antérieure à la partie supérieure de l'iris et à la cicatrice cornéenne ; les bords de la lésion de la cristalloïde antérieure étaient recroquevillés et adhérents aux confins de la fossette cristallinienne, irrégulièrement ovale, en partie au moyen

d'une substance amorphe, en partie au moyen du tissu conjonctif de nouvelle formation ; à leur voisinage, mais dans l'intérieur de l'anneau, on voyait des tubes cristalliniens ayant subi la transformation granuleuse ; la surface antérieure de la cristalloïde postérieure de l'anneau cristallinien était recouverte, dans la région équatoriale de la capsule, de cellules ovales de Robin, dont partaient des tubes cristalliniens modifiés dans la partie équatoriale de l'anneau ; à côté de l'épithélium, se trouvaient des cellules formatrices, alignées en certains endroits, et éparses en d'autres (voyez pl. III, fig. 4).

XXX. Dans la 30[e] expérience à résultat *négatif*, à un chien de 2 à 3 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie inférieure ;* l'iris fut blessé ; l'examen de l'œil, fait 126 jours (du 19 septembre 1866 au 22 janvier 1867) après l'opération, y démontra la présence de la capsule cristallinienne transparente, divisée du haut en bas en deux parties inégales, dont l'une, l'externe, était plus grande, et l'autre, l'interne, était plus petite. Entre ces deux parties apparaissait l'humeur vitrée transparente ; la cavité des deux parties, surtout celle de la partie externe, contenait des fibres cristalliniennes normales, minces et agglomérées dans certains endroits, de l'épithélium, une substance granuleuse et des cristaux d'hématoïdine (voyez pl. IV, fig. 1).

XXXI. Dans la 31[e] expérience à résultat *négatif*, à un chien de 2 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de l'œil fait 33 jours (du 19 septembre au 21 octobre 1866) après l'opération, y démontra l'adhérence des cristalloïdes de la capsule cristallinienne, et celle de cette dernière avec le bord papillaire de l'iris au moyen du tissu conjonctif de nouvelle formation ; entre les deux cristalloïdes, on distinguait par endroits des cellules formatrices, épithéliales et fusiformes.

XXXII. Dans la 32[e] expérience à résultat *négatif*, à un chien d'un an, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* à la suite de l'insuffisance de la plaie cornéenne, le cristallin fut extrait par morceaux et il y eut écoulement de l'humeur vitrée ; l'examen de l'œil, fait 20 jours (du 21 septembre au 10 octobre 1866) après l'opération, y démontra à la place de l'appareil cristallinien la

présence d'une membrane opaque, épaisse et constituée par d tissu conjonctif au sein duquel il était difficile de distinguer les cristalloïdes.

XXXIII. Dans la 33e expérience à résultat *positif*, à un chien de 4 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'extraction du cristallin fut faite avec difficulté; l'examen de l'œil, fait 8 jours (du 16 au 23 novembre 1866) après l'opération, y démontra que l'incision de la cristalloïde antérieure était T—forme; la cavité de la capsule cristallinienne, dans sa partie équatoriale, contenait des cellules formatrices rangées parallèlement à son équateur et d'autres alignées dans la direction de cet équateur au centre de la capsule par séries linéaires; près des bords lésés de la capsule, on trouvait une substance gélatiniforme amorphe avec quelques cellules formatrices, des granules de pigment et des cellules granuleuses du corps vitré (voyez pl. IV, fig. 2).

XXXIV. Dans la 34e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 3 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil, fait 8 jours (du 16 au 23 novembre 1866) après l'opération, y démontra l'adhésion l'une à l'autre des cristalloïdes, au moyen d'un tissu conjonctif nouvellement organisé et formant, sur la surface antérieure de la capsule, et entre les bords pupillaires de l'iris, une membrane opaque; entre les cristalloïdes et à la partie équatoriale de la capsule, on trouvait par endroits des cellules formatrices et des tubes cristalliniens ayant subi la transformation granuleuse. .

XXXV. Dans la 35e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 3 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie externe;* l'examen de cet œil, fait 177 jours (du 3 janvier au 28 juin 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

XXXVI. Dans la 36e expérience à résultat *négatif*, à un chien de 4 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil, fait 24 heures (du 19 au 20 février 1867) après l'opération, démontra que les cristalloïdes adhéraient l'une à l'autre, et que la capsule contenait de l'épithélium, des tubes cristalliniens normaux et modifiés, et à bouts pyriformes, des globules de Morgagni, par endroits aggloméré, par d'autres épars, et des globules de sang.

Béliers et brebis. — Des 4 *expériences* faites sur 2 béliers et 2 brebis, 2 (37 et 40) eurent un *résultat positif*, et 2 (38 et 39) un *résultat négatif*.

XXXVII. Dans la 37e expérience à résultat *positif*, à un bélier de 18 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie externe*, par suite de l'insuffisance de la section cornéenne; le cristallin fut extrait avec une grande difficulté ; l'examen de cet œil, fait 37 jours (du 7 mai au 12 juin 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré de la grandeur de deux tiers du cristallin normal (rapport 31 : 45) ; le nouveau cristallin était transparent, arrondi à sa partie équatoriale et aplati dans la direction du diamètre antéro-postérieur ; la disposition de ses couches était concentrique comme dans le cristallin normal ; il contenait des tubes et des fibres cristalliniens et des espaces interfibrillaires formés *post mortem*, comme à l'état normal, mais un peu plus grands, des cellules épithéliales, et des cellules de Robin. Cette préparation a été démontrée à l'Académie de médecine de Paris, dans la séance du 29 janvier 1867, et à la Société des médecins russes, de Saint-Pétersbourg, à la séance du 1er avril 1868 (voyez pl. IV, fig. 3, A et B).

XXXVIII. Dans la 38e expérience à résultat *négatif*, à une brebis de 2 à 3 ans, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie externe* ; l'incision cornéenne fut agrandie au moyen de petits ciseaux ; l'examen de cet œil, fait 261 jours (du 7 mai 1866 au 22 janvier 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

XXXIX. Dans la 39e expérience à résultat *négatif*, à une brebis de 18 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé, et par suite de l'insuffisance de l'incision cornéenne, le cristallin fut extrait avec difficulté ; l'examen de cet œil, fait 250 jours (du 18 mai 1866 au 22 janvier 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

XL. Dans la 40e expérience à résultat *positif*, à un bélier de 2 à 3 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie externe;* l'examen de cet œil, fait 162 jours (du 14 août 1866 au 22 janvier 1867) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré de la grandeur d'un 1/4 du cristallin normal ; sa forme était ronde,

mais aplatie d'avant en arrière ; il était constitué par des tubes et des fibres cristalliniens dont les uns étaient normaux et les autres grossis ; la surface interne de la cristalloïde antérieure était recouverte d'épithélium. Cette préparation a été démontrée à l'Académie de médecine de Paris, dans la séance du 29 janvier 1867 (voyez pl. V, fig. 1).

Chats. — Des 4 *expériences* faites sur des chats, 1 (42) eut un *résultat positif*, et 3 (41, 43 et 44) un *résultat négatif.*

XLI. Dans la 41e expérience à résultat *négatif*, à un chat de 5 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de cet œil, fait 17 jours (du 8 au 24 août 1866) après l'opération, démontra que la cristalloïde antérieure, près de sa partie lésée par l'aiguille, était recouverte d'une membrane pigmentée, et contenait du tissu conjonctif et des vaisseaux capillaires qui recouvraient une certaine partie de la surface antérieure de la capsule cristallinienne. Cette dernière contenait du tissu conjonctif, et, par endroits, de l'épithélium, des cellules formatrices, alignées par séries linéaires, des tubes et fibres cristalliniens de différentes grandeurs et à bouts pyriformes et des globules de Morgagni (voyez pl. V, fig. 2).

XLII. Dans la 42e expérience à résultat *positif*, à un chat d'un an, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de cet œil, fait 80 jours (du 24 octobre 1866 au 11 janvier 1867) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré dans sa moitié inférieure, et ayant la forme demi-lunaire ; le bourrelet cristallinien était très-peu accentué dans sa partie supérieure ; la fossette annulaire était ovale dans la direction du diamètre horizontal de l'appareil cristallinien et recouverte au milieu de pigment ; le bourrelet demi-lunaire contenait des tubes et des fibres cristalliniens, et de l'épithélium ; cette préparation a été démontrée à l'Académie de médecine de Paris, le 29 janvier 1867, et à la Société des médecins russes, de Saint-Pétersbourg, dans la séance du 1er avril 1868 (voyez pl. VI, fig. 1, A, B).

XLIII. Dans la 43e expérience à résultat *négatif*, à un chat de 2 à 3 ans, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* l'exa-

men de cet œil, fait 6 jours (du 20 au 26 février 1867) après l'opération, démontra une lésion T — forme de la cristalloïde antérieure et une lésion longitudinale, de haut en bas, de la cristalloïde postérieure ; les deux cristalloïdes étaient très-rapprochées l'une de l'autre, et la capsule contenait de l'épithélium, des tubes cristalliniens modifiés, des globules de Morgagni, des globules de sang, des cristaux d'hématoïdine, des cellules du corps vitré de différentes formes et grandeurs et ayant subi la transformation granuleuse, et çà et là de l'humeur vitrée (voyez pl. VI, fig. 2).

XLIV. Dans la 44e expérience à résultat *négatif*, à un chat d'un an, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure;* l'examen de cet œil, fait 129 jours (du 20 février au 28 juin 1867) après l'opération, démontra que les cristalloïdes adhéraient l'une à l'autre au moyen du tissu conjonctif, au sein duquel on trouvait, par endroits, de l'épithélium et des cellules formatrices ; la partie antérieure de la capsule était couverte de tissu conjonctif.

Cochons d'Inde. — Des 3 *expériences* faites sur des cochons d'Inde, 2 (45 et 46) eurent un *résultat positif*; et 1 (47) un *résultat négatif.*

XLV. Dans la 45e expérience à résultat *positif*, à un cochon d'Inde de 3 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé et la capsule ouverte au moment de l'incision cornéenne ; l'examen de cet œil, fait 77 jours (du 18 août au 2 novembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré annulaire avec une fossette irrégulièrement quadrangulaire ; la fossette correspondait à l'anneau, et adhérait à la partie supérieure de l'iris ; l'anneau cristallinien contenait : de l'épithélium, des tubes cristalliniens de différentes formes et des globules de Morgagni (voyez pl. VI, fig. 3).

XLVI. Dans la 46e expérience à résultat *positif*, à un cochon d'Inde de 6 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie supérieure ;* par suite de l'insuffisance de l'incision cornéenne, le cristallin fut extrait avec difficulté ; l'examen de cet œil, fait 168 jours (du 19 mai au 2 novembre 1866) après l'opération, y démontra la présence d'un cristallin régénéré et ayant la forme d'un fer à cheval ; la fossette annulaire avait une forme irrégulière, et se

continuait vers la partie interrompue de l'anneau, en haut, où elle adhérait à l'iris ; la cavité de l'anneau contenait : de l'épithélium, des tubes et des fibres cristalliniens.

XLVII. Dans la 47ᵉ expérience à résultat *négatif*, à un cochon d'Inde de 2 mois, il fut fait sur l'*œil droit* la *kératotomie externe ;* l'examen de cet œil, fait 118 jours (du 13 janvier au 10 mai 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

Rats. — Des 2 *expériences* faites sur 2 rats (48 et 49), toutes deux eurent un résultat *négatif.*

XLVIII. Dans la 48ᵉ expérience à résultat *négatif*, à un rat de 4 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'examen de cet œil, fait 118 jours (du 13 janvier au 10 mai 1867) après l'opération, en démontra l'atrophie.

XLIX. Dans la 49ᵉ expérience à résultat *négatif*, à un rat de 4 mois, il fut fait sur l'*œil gauche* la *kératotomie supérieure ;* l'iris fut blessé, et le cristallin, par suite de l'insuffisance de la lésion cornéenne, fut extrait avec difficulté ; l'examen de l'œil, fait 330 jours (du 20 janvier au 15 décembre 1867) après l'opération, démontra que la capsule adhérait par sa surface postérieure, à la rétine, et qu'elle ne contenait que quelques traces de tubes cristalliniens pâles et à bouts pyriformes.

Conclusions.

De toutes ces expériences, ainsi que de celles des auteurs cités dans la partie historique de ce travail, il résulte :

1° Le fait incontestable de la régénération, chez certains mammifères, du cristallin, dont les tubes suivent dans leur réapparition les phases qu'ils offrent pendant leur génération et leur évolution embryonnaire.

2° Cette régénération n'a lieu que dans la cavité de la capsule cristallinienne ; elle est en raison directe de l'épaisseur des couches corticales du cristallin qu'on laisse dans la capsule, surtout dans sa partie équatoriale, pendant l'opération de l'extraction ; elle est en raison inverse de l'âge des animaux et des lésions des cristalloïdes de la capsule cristallinienne.

3° La régénération du cristallin a lieu à la surface équatoriale interne de la capsule cristallinienne et à celle de la cristalloïde antérieure. La cristalloïde postérieure ne semble point prendre part à la régénération du cristallin ; il faut en exempter cependant sa partie équatoriale.

4° La régénération du cristallin a lieu non-seulement lorsqu'on laisse, pendant l'extraction du cristallin normal, une couche notable de sa substance corticale, mais encore lorsque le cristallin est extrait en totalité. Si la quantité des couches restées n'est pas grande, ou bien si la cavité de la capsule cristallinienne ne se referme pas vite, les tubes cristalliniens qui y étaient restés sont résorbés par l'humeur aqueuse. Ces tubes disparaissent par désagrégation.

5° La régénération du cristallin, lorsqu'elle a lieu, ne devient appréciable à la vue qu'à partir de la fin de la deuxième semaine après l'opération ; elle n'est complète qu'entre le cinquième et le douzième mois, et même plus tard, lorsque les animaux sont âgés. La régénération du cristallin est, par conséquent, une question de temps.

6° Les cristallins régénérés, obtenus jusqu'à présent dans nos expériences, ont atteint et même dépassé de beaucoup la moitié du volume du cristallin normal, mais ils n'ont jamais atteint le volume du cristallin normal qu'ils ont remplacé. Cela est dû aux lésions de la cristalloïde antérieure et aux différentes complications de l'opération de l'extraction. Certains auteurs (Leroy d'Étiolles, Midlmore et Philipeaux), cependant, ont obtenu des cristallins régénérés aussi grands ou presque aussi grands que les cristallins normaux.

7° Le cristallin régénéré a plus ou moins la forme, la densité et la transparence du cristallin normal extrait, et peut par conséquent, dans les cas bien réussis, le remplacer au point de vue physiologique.

8° L'incision cristalloïdienne antérieure demi-circulaire, donnant un lambeau correspondant par sa forme à celle de la cornée, a des conséquences capitales non-seulement sous le rapport de la régénération du cristallin, mais encore sous celui de la marche

des phénomènes consécutifs à l'opération de l'extraction du cristallin.

9° La régénération secondaire du cristallin, c'est-à-dire celle qui a lieu après l'extraction d'un cristallin déjà régénéré une fois, peut avoir lieu, mais elle est limitée.

10° La structure microscopique des éléments du cristallin régénéré ne diffère pas de ceux du cristallin normal ; cependant il arrive très-souvent que les premiers se modifient et acquièrent un volume plus grand.

11° L'inflammation peu intense de l'iris et du corps ciliaire, loin de nuire à la régénération du cristallin, la favorise au contraire. L'inflammation générale de l'œil (panophthalmie) est un obstacle à la régénération du cristallin.

12° Le tissu conjonctif de nouvelle formation trouvé dans quelques-unes de nos expériences dans la cavité de la capsule cristallinienne, et dont la production a été attribuée, à tort, par quelques auteurs aux éléments cristalliniens, est dû à l'épanchement dans cette dernière soit du produit inflammatoire de l'iris enflammé, soit de l'humeur vitrée, après l'opération de l'extraction du cristallin.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

Ténon. Mémoire et observation sur l'anatomie et la physiologie, etc. Paris, 1706, t. I, p. 41 et 57.

A. Maitre Jean. Traité des maladies de l'œil. Troyes, 1707. Observ. IV, p. 116.

Winslow. Exposition anatomique de la structure du corps humain. 1752, t. IV, § 233.

A. Haller. Elementa physiologiæ corporis humani. Auctore Alberto Haller. Lausannæ, 1769, t. V, § XXI, p. 469.

Olof Acrel. Chirurgische Geschichte im kœniglichen Lazarethe zu Stockholm. Aus dem schwedischen. Lübeck u. Leipzig, 1772, p. 50.

— Chirurgische Forfälle in dem Königl. Lazaret u. auszerhalb demselben angemerkt. Gœttingen, 1777, Iten Bd. p. 109, v. And. Murray.

Zinn. Descriptio anatomica oculi humani iconibus illustrata. Gottingæ, 1775, p. 138-142.

PERCIVAL POTT. Chirurgical Works in three volumes. London, 1790, vol. 3, p. 237.

EARL. Account of a new mode of operating cataract. 1801.

BUCHNER. Waarneming van eene entbinding der Crystallvogten, etc. Amsterdam, 1801.

TARTRA. De l'opération de la cataracte (Thèse présentée au concours). Paris, 1812, p. 40.

MAYER. Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers. Bonn. 1819, p. 14.

SCARPA. Traité des principales maladies des yeux. Traduct. franç., 1821, t. II, p. 45.

FR. DIETERICH. Ueber die Verwundungen des Linsensystemes. Tübingen mit 1 Steindrucktafel, 1824.

LEROY D'ÉTIOLLES. Expériences relatives à la reproduction du cristallin. Mémoire lu à l'Académie de chirurgie, le 10 février 1825.

— Journal de physiologie expérimentale et pathologique de Magendie. 1827, t. VII, p. 30.

— Recueil des lettres et mémoires adressés à l'Académie des sciences pendant les années de 1842-1843. Paris, 1844. Voy. aussi : In Froriep's Notizen. n° 349 vom Jahr 1827. 19 des XVI Bandes Sp. 289.

AD. HESSELBACH. Bemerkungen über die Operation des grauen Staares. Im II^ten Bande der Beitræge zur Natur und Heilkunde. Herausgegeben, v. J. B. Friedreich u. A. Hesselbach. Nürnberg, 1826, p. 126.

P. BACKHAUSEN. De regeneratione lentis crystallinæ. Auctor Petrus Backhausen. Berolini, 1827. Diss. inaug.

W. SŒMMERING. Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankfurt, 1828.—Voy. aussi : In *Journal hebdomadaire de médecine*, 1828, t. I, p. 59-65 : Observations sur les changements que l'œil éprouve après l'opération de la cataracte par abaissement.

H. Day. Reproduction of the lens in *The Lancet*, 1828. November, p. 212.

R. MIDLMORE. On the reproduction of the cristalline lens, in *The London medical Gazette*, vol. X, 1832. June, 16, p. 344-348. Voy. aussi : Behrend's Repertor. Oct. 1831, p. 4, etc.

MAYER. Ueber die Reproduction der Krystalllinse. Im Journal der Chirurgie und Augenheilkunde v. Graefe u. Walther. Bd. XVIII. 1832. IV^ten Heft. p. 548-550.

— Ueber die Reproduction der Krystalllinse von Prof. Mayer in Bonn. Im Journal der Chirurgie und Augenheilkunde von C. T. v. Graefe v. Ph. v. Walther. 1832, Bd. XVII, Heft. IV, p. 521 et suivantes.

HUSCHKE. Ueber die erste Entwickelung des Auges u. die damit zusammenhängende Cyclopie. Im *Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1832. Bd. VI. Leipzig, p. 16-20.

BEGER. De reactione traumatica iridis et anterioris capsulæ paritis. Lips., 1833.

K. BECK. De oculorum mutationibus quæ cataractæ operationem sequentur, observatio adnexis corolariis. Freiburg in Breisgau, 1833. Uebersetzt v. Dr Beger in von Ammon's *Zeitschrift für die Ophthalmologie*. IVten Bd. 1ten Heft. 1835, p. 95-113.

W. WERNECK. « Einige Resultate meiner an verschiedenen Thieren gemachten Experimente über die traumatische Reaction bei Verwundungen der Kapsel und der Linse, nebst Angabe jener Erfahrungen über diese Reaction beim Menschen. » In *der Zeitschrift für Ophthalmologie* von prof. Ammon. 1835, IVten Bd., 1ten Heft., p. 18-21.

J. RADIUS. « Cataracta. » In *dem Handwörterbuch der gesammten Chirurgie und Augenheilkunde herausgegeben* von den Professoren W. Walther, M. Jäger und Radius. Leipzig, 1836. II Bd. II Lief. p. 302.

A. RETZIUS. Fidskrift för Läkere. 1837. Voy. aussi dans Schmidt's Jahrbücher der in u. ausl. ges. Med. 1838. Bd. XIX.

VON F. A. AMMON. Klinische Darstellungen der Krankheiten des menschlichen Auges. 1. Theil. Berlin. 1838.

PAULI. Ueber den grauen Staar und die Verkrümmungen. Stuttgart, 1838, p. 21-25. Voy. aussi : *Annales d'oculistique et de gynécologie*, publiées par F. Cunier et Schönfeld. 1 vol. 24 livr. 1839.

BURDACH. *Traité de physiologie*, 1838, Trad. franç., t. VIII, p. 288.

M. J. CHELIUS. Handbuch der Augenheilkunde, v. Chelius. IIten Bd. Stuttgart, 1839, p. 331-332.

— *Traité pratique d'ophthalmologie*, par Max. Jos. Chelius. Trad. par Ruef et Deiber, 1839, p. 314-315.

LÖWENHARDT. « Einige Versuche, um die Regeneration der Krystalllinse zu documentiren. » In *Neue Notizen* u. s. w. von Froriep, n° 418 (N° 22 des XIXten Bandes), september 1841. Spalte 344-346.

K. TEXTOR. Ueber die Wiedererzeugung der Krystalllinse. Inaugural Abhandlung v. Karl Textor aus München. Mit 3 Steindrucktafeln. Würzburg, 1842.

HANMANN. Ueber reproductio lentis, von Dr Hanmann, zu Rostock. Im Hufland's *Journal des Praktischen Heilkunde*. 1842, p. 102.

HENLE. Traité d'anatomie générale. Trad. franç. 1843, p. 368.

VALENTIN. Mikroscopische Untersuchung zweier wiedererzeugten Krystalllinsen des Kaninchens v. Valentin. Im Henle u. Pfeufer. *Zeitschrift f. ration. Medicin*. 1844. Iten Bd. 2ten partie. Voy. aussi. C. Chr. Schmidt's Jahrbücher d. in u. ausl. gesammten Medicin. Jahrg. 1844. XLIIten Bd. n° 2.

WALKER. Untersuchung eines Auges 6 Jahr nach Ausziehung der Linse. In C. Chr. Schmidt's Jahrb. d. Gesammt. Med. 1845. XLVIIIten Bd. p. 215.

P. BROCA. Présentation de deux yeux d'un homme de 60 ans, mort avec deux cataractes lenticulaires. In *Bulletin de la Société anatomique de Paris*, 22e année (1847), p. 435.

MEYER. Beitrag zu der Streitfrage über die Enstehung der Linsenfasern. Im Müller's *Archiv f. anatomie u. physiologie*. 1851, p. 201.

FOLLIN. Examen d'un œil opéré de la cataracte par extraction quinze ans avant la mort du malade. In *Annales d'oculistique*. Paris, 1851, t. XXV, 1er sem.

SICHEL. Iconographie ophthalmologique. Paris, 1852-1859, p. 263-273.

DESMARRES. Traité théorique et pratique des maladies des yeux. Paris, 1858, 2e éd., t. III, p. 386.

D'AMMON. Ophthalmogénèse. In *Annales d'oculistique*. 1859, t. XLII, 8e série, p. 179-200.

RICHET. Traité pratique d'anatomie medico-chirurgicale. Paris, 1860, p. 350, et 1871, 4e éd., 2e partie, p. 118.

F. J. VON BECKER. Untersuchungen ueber den Bau der Linse bei dem Menschen u. den Wirbelthieren. Im *Archiv für Ophthalmologie* v. Arlt, Donders u v. Graefe, 1863, Bd. IX. IIten Abth.

BABOUCHIN. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Auges. In *Würzb. Naturwissensch. Zeitschrift*. 1864.

HYRTL. Handbuch d. topographischen Anatomie. Iten Bd. 1865, p. 232.

ROSS. Handbuch der chirurgischen Anatomie. Année?...

ZERNOW. Zum mikcroscopischen Bau der Linse beim Menschen u. bei den Wirbelthieren. v. Zernoff in Moskau. In *Archiv f. Ophthalmologie*, v. Arlt, Donders u. v. Graefe. 1867, Bd. XIII. Abth. II, p. 521-546.

Зерновъ, О микроскопическомъ строеніи хрусталика у человѣка и позвоночныхъ животныхъ. Диссертація. Москва, 1867.

(ZERNOW. De la structure microscopique du cristallin chez l'homme et les vertébrés. Moscou, 1868. Thèse inaug.)

B. MILLIOT. Mémoire sur la régénération du cristallin. In *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 28 janvier 1867.

B. Мильіотъ, Опытъ возрожденія нормальнаго хрусталика у нѣкоторыхъ млекопитающихъ животныхъ, послѣ удаленія его лоскутнымъ сѣченіемъ. Диссертація. С. Петербургъ, 1868.

(B. MILLIOT. Essai sur la reproduction du cristallin chez quelques mammifères après l'extraction du cristallin normal. Saint-Pétersbourg, 1868. Thèse inaug.)

L. WECKER. Traité théorique et pratique des maladies des yeux. Paris, 1868, 2e édit., t. II, p. 12.

Ивановъ, Матеріалъ для нормальной и патологической анатоміи хрусталика. Диссертація. С. Петербургъ, 1867.

(IVANOW. Matériaux pour servir à l'anatomie normale et pathologique du cristallin. Thèse inaug., Saint-Pétersbourg, 1868.)

IVANOW. Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. In *Archiv für Ophthalmologie*, Herausg. v. Arlt, Donders u. v. Graefe XVten Jahrg. Abth. II. 1869, p. 1-107.

J. PHILIPEAUX. Expériences montrant que le cristallin peut se régénérer chez

les mammifères par une formation nouvelle dans la capsule cristallinienne. In *Gazette médicale*. 1870, n° 16, p. 577, Séance du 23 avril 1870 de la Société de Biologie.

EXPLICATION DES PLANCHES I, II, III, IV, V et VI.

PLANCHE I.

FIG. 1. Kystitomes employés par l'auteur pour ouvrir la capsule cristallinienne.

a. Kystitome de Cheselden avec cuiller de Daviel.

b. Kystitome genouillé (voy. pp. 29 et 36).

FIG. 2. Appareil cristallinien trouvé, dans l'œil droit d'un lapin, cent quarante-sept jours après l'opération de l'extraction (expérience XIII[e]).

a,b. Fibres cristalliniennes.

c. Tissu conjonctif de nouvelle formation trouvé dans l'anneau près de de la fossette annulaire.

d. Anneau cristallinien avec sa fossette irrégulièrement ovale.

(Oberhäuser, oculaire 3, objectif 7.)

FIG. 3 et 4. Cristallins normal et régénérés obtenus par Philipeaux et déposés au musée Dupuytren (Maladies des yeux, n° 11). Le cristallin normal est présenté de face et de profil dans le but d'expliquer la nomenclature de l'appareil cristallinien (voy. p. 4).

FIG. 3. A. Cristallin normal de lapin vu de face et grossi une fois et demie.

a,b,c,d. Équateur de l'appareil cristallinien.

a,b. Diamètre vertical.

c,d. Diamètre horizontal.

B. Même cristallin vu de profil.

e,f. Axe de l'appareil cristallinien.

e. Pôle postérieur.

f. Pôle antérieur.

FIG. 4. Cristallins régénérés de lapin, grossis une fois et demie.

a'. Anneau cristallinien avec sa fossette, trouvé quinzé jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal.

b'. Bourrelet cristallinien, occupant la partie inférieure de l'appareil cristallinien, trouvé vingt-cinq jours après l'opération.

c'. Anneau cristallinien très-accentué, et sa fossette annulaire irrégulière, trouvés quarante jours après l'opération.

d'. Cristallin régénéré, trouvé soixante jours après l'opération et ayant atteint les trois quarts du cristallin normal; la fossette annulaire est très-petite.

e'. Cristallin régénéré, trouvé cent vingt-deux jours (quatre mois) après l'opération.

f'. Cristallin régénéré, trouvé cent cinquante-trois jours (cinq mois) après l'opération, et ayant presque atteint la forme et la dimension du cristallin normal.

FIG. 5. Appareil cristallinien trouvé, chez un lapin, soixante-treize jours après l'extraction du cristallin normal (expérience XIVe).

a. Tubes cristalliniens.

b. Tubes cristalliniens et zone nucléaire (Kernzone) de Meyer.

c. Cellules épithéliales de la capsule cristallinienne.

d. Cristallin régénéré, formé par deux bourrelets, dont l'un, l'inférieur, est grand et bombé, et le supérieur est mince ; la fossette annulaire a la forme oblongue et est transparente.

(Oberhäuser, ocul. 3, obj. 7.)

PLANCHE II.

FIG. 1. Cristallin régénéré trouvé, chez un lapin, quarante-six jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XVIIIe).

a. Cristallin formé par deux bourrelets demi-lunaires : le supérieur plus petit et l'inférieur plus grand ; la fossette annulaire est transparente et a l'aspect d'une fente.

b. Tubes cristalliniens plus grands qu'à l'état normal, avec des bouts grossis et pyriformes et un grand globule de Morgagni.

c,d. Tubes cristalliniens plus grands qu'à l'état normal et présentant des noyaux hypertrophiés.

e. Tubes cristalliniens de grandeur normale.

f,f,f. Fibres cristalliniennes.

(Nachet, ocul. 2, obj. 3.)

FIG. 2. Cristallin régénéré d'un chien, trouvé quarante-deux jours après l'extraction du cristallin normal (expérience XXIIe).

a. Cristallin formé par un bourrelet en fer à cheval avec deux stries allant de la fossette ovale et transparente à l'équateur de la capsule cristallinienne.

b. Épithélium de la cristalloïde antérieure.

c. Préparation dans laquelle on voit la disposition des cellules épithéliales, des cellules de Robin et des cellules formatrices de Becker.

c. Épithélium cylindrique de la partie équatoriale de la capsule cristallinienne.

d. Couche des cellules de Robin faiblement dessinée.

e. Cellules formatrices de Becker, parallèles à la surface capsulaire.

f,f. Tubes cristalliniens.

g,g. Fibres cristalliniennes. (Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

PLANCHE III.

FIG. 1. Appareil cristallinien trouvé, chez un chien, cinquante et un jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XXIIIe).

a. Tissu conjonctif de nouvelle formation recouvrant la fossette annulaire.

b. Bords de l'endroit de la cristalloïde antérieure, lésée par le kystitome, et adhérant les uns aux autres au moyen d'une substance amorphe.

c. Globules de Morgagni et bouts de tubes cristalliniens modifiés.

d. Cellules épithéliales.

e. Globule de Morgagni isolé.

f,f. Cellules fusiformes.

(Nachet, ocul. 3, obj. 5.)

Fig. 2. Un morceau de la cristalloïde antérieure, trouvé chez un chien quatre jours après l'opération. Ce morceau était recouvert, à sa surface interne, d'une substance finement granuleuse, d'un vaisseau capillaire, de quelques cellules formatrices de Becker, et de tubes cristalliniens, l'un pyriforme, les autres en voie de transformation granuleuse; au-dessus du dessin, et à droite, on voit quatre globules pyoïdes (expérience XXIVe).

Fig. 3. Appareil cristallinien trouvé chez un vieux chien, cent quarante-quatre jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XXVIIIe).

a. Anneau cristallinien avec sa fossette triangulaire et transparente. A droite, on voit deux stries allant de la base de cette dernière à l'équateur de la capsule cristallinienne.

b. Épithélium de la capsule.

c. Cellules de Robin, qui, les ayant, le premier, distinguées des globules de Morgagni, les a, à tort, appelées cellules de Morgagni (voyez p. 10).

d. Quelques cellules formatrices de Becker éparses.

e. Fibres cristalliniennes normales en voie de transformation granuleuse.

(Nachet, ocul. 3, obj. 5.)

Fig. 4. Appareil cristallinien trouvé, chez un chien, neuf jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XXIXe).

a. Surface antérieure de l'appareil cristallinien grossi, sur laquelle on voit les bords recroquevillés de l'endroit lésé de la cristalloïde antérieure.

(Nachet, ocul. 1, obj. 1.)

b. Surface postérieure de la même préparation de grandeur naturelle. A travers la cristalloïde postérieure saine on voit les bords de la cristalloïde antérieure.

c. Une partie de la surface interne de la cristalloïde postérieure recouverte, près de l'équateur, de cellules de Robin.

d. Une partie de la cristalloïde antérieure (surface interne) recouverte d'épithélium, de cellules formatrices de Becker disposées d'abord parallèlement, ensuite perpendiculairement à cette même cristalloïde.

e. Cellules fusiformes.

f. Cellules formatrices de Becker éparses.

g. Deux bords de la cristalloïde antérieure adhérant l'un à l'autre au moyen du tissu conjonctif de nouvelle formation. A la partie inférieure du dessin, on voit des tubes cristalliniens en voie de transformation granuleuse.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

PLANCHE IV.

FIG. 1. Appareil cristallinien trouvé, chez un chien, cent vingt-six jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XXX[e]).

a. Capsule cristallinienne divisée en deux moitiés inégales.

b. Moitié externe de la capsule contenant des fibres cristalliniennes non modifiées, de l'épithélium, des grains et granules pigmentaires et des cristaux d'hématoïdine.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

FIG. 2. Une partie de l'appareil cristallinien trouvé, chez un chien, huit jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XXXIII[e]).

a. Un morceau d'une partie équatoriale de la capsule cristallinienne.

b. Corps ciliaire.

c. Zonule de Zinn.

Les cellules formatrices de Becker sont disposées d'abord parallèlement et ensuite perpendiculairement à la capsule cristallinienne.

d. Une partie de la surface interne de la cristalloïde antérieure, détachée à l'endroit où celle-ci avait été lésée par l'aiguille, et recouverte de quelques cellules formatrices, de grains pigmentaires et de cellules granuleuses de l'humeur vitrée.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

FIG. 3. Les cristallins normal et régénéré trouvés, chez un bélier, trente-sept jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal et ayant subi longtemps l'influence de la solution de bichromate de potasse (expérience XXXVII[e]).

FIG. 3. A. Éléments du cristallin normal.

a. Moitié du cristallin normal coupé en deux pour montrer sa forme, sa grandeur naturelle et son noyau fortement accentué.

b. Une couche de tubes cristalliniens et de cellules de Robin détachées de la cristalloïde antérieure.

c et *d.* Fibres cristalliniennes.

e. Espace interfibrillaire.

B. Éléments du cristallin régénéré.

a'. Moitié du cristallin régénéré, coupé en deux pour montrer sa forme, sa grandeur naturelle et son noyau, moins accentué que dans le cristallin normal.

b'. Morceau de la partie périphérique du cristallin régénéré, détaché

de la capsule. On y voit les bouts de tubes cristalliniens se terminant derrière une couche granuleuse (produite par la solution de bichromate de potasse), dans laquelle on distingue avec peine des cellules épithéliales ; au-dessus de cette couche on voit (à droite) les cellules de Robin et les noyaux des tubes.

c',*d'*. Terminaison des tubes cristalliniens plus larges qu'à l'état normal.

e'. Espace interfibrillaire un peu plus grand qu'à l'état normal et rempli de globules ronds et dont le contour se dessine à peine.

(Oberhäuser, ocul. 3, obj. 8.)

PLANCHE V.

FIG. 1. Tubes et fibres cristalliniens des cristallins normal et régénéré, trouvés, chez un bélier, cent soixante-deux jours après l'opération (expérience XLe).

FIG. 1. A. Éléments du cristallin normal.

a. Tubes cristalliniens.

b,*c*,*d*,*e*. Fibres cristalliniennes.

B. Éléments du cristallin régénéré.

a',*b'*. Fibres cristalliniennes.

c',*d'*. Tubes cristalliniens.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

FIG. 2. Appareil cristallinien trouvé, chez un chat, dix-sept jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XLIe).

a. Cellules pigmentaires éparses trouvées dans la partie de l'anneau cristallinien, avoisinant l'endroit de la cristalloïde antérieure, lésé par le kystitome.

b. Cellules formatrices de Becker alignées par séries linéaires.

c. Bords de la cristalloïde antérieure de l'endroit lésé par le kystitome et adhérant l'un à l'autre au moyen du tissu conjonctif de nouvelle formation.

d. Surface antérieure d'une partie de la cristalloïde antérieure recouverte de tissu conjonctif de nouvelle formation et de vaisseaux capillaires ; derrière la partie transparente de la cristalloïde on aperçoit quelques cellules formatrices de Becker éparses.

e. Bouts de tubes cristalliniens pyriformes et globules de Morgagni.

f. Fibres cristalliniennes.

(Nachet, ocul. 3, obj. 5.)

PLANCHE VI.

FIG. 1. Cristallins normal et régénéré trouvés, chez un chat, quatre-vingts jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XLIIe).

FIG. 1. A. Éléments du cristallin normal.

a. Cristallin normal.

b,c. Fibres cristalliniennes.

B. Éléments du cristallin régénéré.

a'. Cristallin régénéré constitué par un grand bourrelet demi-lunaire occupant la partie inférieure de la capsule cristallinienne, et par un petit bourrelet étroit situé à la partie supérieure de la même capsule ; au milieu et près du pôle antérieur de l'appareil cristallinien on voit un dépôt de pigment.

b'. Épithélium ayant subi longtemps l'action du mélange de Legros (glycérine, arsenic, solution de colle et camphre) ; au-dessous on voit des fibres cristalliniennes.

c'. Tubes cristalliniens plus grands qu'à l'état normal.

d. Tubes cristalliniens normaux.

e. Une partie de la capsule cristallinienne et cellules formatrices de Becker ayant subi l'action du mélange de Legros.

(Oberhäuser, ocul. 3, obj. 8.)

FIG. 2. Appareil cristallinien trouvé, chez un chat, six jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal. L'incision de la cristalloïde antérieure a la forme de T, et celle de la cristalloïde postérieure est longitudinale (expérience XLIII[e]).

a. Cellules épithéliales cylindriques, tubes cristalliniens modifiés et à bouts pyriformes, globules de Morgagni et grains et cellules pigmentaires.

b,b. Cellules granuleuses du corps vitré.

c,c. Globules du sang.

d. Cellules épithéliales.

e. Cristaux d'hématoïdine.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

FIG. 3. Cristallin régénéré trouvé, chez un cochon d'Inde, soixante-dix-sept jours après l'opération de l'extraction du cristallin normal (expérience XLV[e]).

a. Forme en fer à cheval et grandeur naturelle du cristallin régénéré. La fossette annulaire est très-accentuée.

b. Tubes cristalliniens.

c,e,f. Fibres cristalliniennes.

d. Cellules épithéliales.

g. Globules de Morgagni.

(Nachet, ocul. 3, obj. 3.)

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR LA

COMPOSITION DES CALCULS BILIAIRES HUMAINS

Par M. E. RITTER,

Agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg.

Nos connaissances sur la composition des calculs biliaires sont loin d'être aussi avancées que celles que nous possédons pour les calculs qui se forment dans le rein ou la vessie. C'est cette lacune que j'ai essayé de combler, par les recherches suivantes, qui présenteront, je le pense, non-seulement de l'intérêt pour le physiologiste, mais qui intéresseront également les médecins praticiens. Mes analyses ont porté sur un nombre de concrétions très-considérable ; le désir que j'avais d'obtenir une certaine quantité de cholestérine m'avait engagé depuis plusieurs années à ne rien négliger pour réunir autant de calculs que possible. Des amis obligeants m'ont facilité cette tâche au point que je possédais près de 6000 calculs, au moment de commencer mes analyses.

En ne considérant d'abord que le poids des concrétions biliaires, j'en ai trouvé :

		Gr.
3920	qui pesaient moins de......	0,1
108	—	0,1 à 0,5
160	—	0,5 à 1,0
270	—	1,0 à 2,0
230	—	4,0 à 6,0
22	—	6,0 à 10,0
9	—	10,0 à 12,0
3	—	12,0 à 14,0

Je ferai remarquer que je ne parle ici que des calculs qui ont été recueillis sans triage préalable ; on a mis de côté tous les calculs qui se présentaient à l'autopsie, qu'ils fussent grands ou petits, blancs ou colorés ; j'ai laissé de côté dans ce tableau tous les échantillons qui me furent adressés et qui avaient été choisis.

Je ne possède pas autant de données sur le nombre des calculs qui se trouvaient dans chaque vésicule ; quelques-uns de mes collecteurs n'avaient malheureusement pas tenu compte de mes recommandations à cet égard. Voici cependant 75 observations recueillies dans de bonnes conditions.

7 cas,	1 calcul. —	Poids maximum, 6 grammes; minimum, 2.
3 —	2 —	Poids moyen, 4^{gr},5.
9 —	3 —	Les calculs qui se trouvaient dans chaque vésicule étaient presque égaux; le poids variait de 4 à 1 gramm.
1 —	4 —	Poids de 1^{gr},5 à 2.
2 —	6 —	Les calculs presque égaux entre eux pesaient chacun 2 gram. dans l'un des cas, et 1^{gr},5 dans l'autre.
30 —	15 à 20	Les calculs étaient semblables dans 28 cas ; leur poids variait de 0^{gr},5 à 0^{gr},8 ; dans 2 cas seulement, un calcul pesait le triple des autres.
17 —	20 à 60	Poids des calculs de 0^{gr},05 à 0^{gr},12; dans 8 cas, les calculs présentaient deux grandeurs différentes; les petits pesaient dans un cas 0^{gr},1, et les grands 0^{gr},3.
6 —	80 à 110	Les calculs égaux entre eux ne pesaient en moyenne que 0^{gr},08.

Les calculs présentent à la coupe des différences d'aspect très-notables qui permettent de les classer en plusieurs catégories : nous allons voir à l'instant que ces différences répondent à des différences chimiques dans leur composition. J'ai laissé *de côté les calculs qui pesaient moins* que 0^{gr},1 ; ils avaient la forme tétraédrique le plus souvent. Les autres calculs peuvent être divisés en 8 classes.

1re *Classe.* Nombre des calculs, 28.

Ces calculs blancs ou jaunes cireux ont la forme ovoïde ou sphérique, l'aspect extérieur bosselé ; quelques-uns sont translucides, d'autres sont opaques. Leur poids est très-notable ; ils n'ont jamais pesé moins que 2^{gr}, le plus grand pesait 9^{gr}, et on m'en a même remis un depuis qui pèse 28 grammes. A la coupe on remarque la même teinte qu'à l'extérieur; ils sont formés de cholestérine presque pure, leur cassure est nettement cristalline; les cristaux rayonnent d'un centre.

2e *Classe.* Nombre de calculs, 16.

Même couleur que les précédents, même forme, que l'on ne

peut rapporter qu'à celle d'un tonneau ; ils présentent sur les parties planes des enfoncements ; leur contour est lisse, toujours opaque, quelquefois coloré superficiellement par plaques. Leur cassure est cireuse et la coupe donne une couche égale, ne présentant pas de traces de cristallisation.

3e *Classe*. Nombre de calculs, 580.

Leur couleur est très-variable ; il en est de même de leur forme, on en rencontre d'ovoïdes, de sphériques, de tétraédriques, etc. A la coupe on reconnaît un mélange intime de cholestérine et de matière colorante, mais la cholestérine a l'aspect pailleté et les cristaux semblent rayonner du centre.

4e *Classe*. Nombre de calculs, 94.

Ces concrétions ne diffèrent des précédentes que par leur structure amorphe, ils ont très-fréquemment la forme d'un tonneau et se rencontrent rarement seuls dans un vésicule.

5e *Classe*. Nombre de calculs, 220.

Les calculs présentent l'aspect extérieur des calculs opaques de la première classe, mais à la coupe on voit des couches alternantes et bien distinctes de cholestérine amorphe et de matière colorante.

6e *Classe*. Nombre de calculs, 16.

Cette classe ne diffère de la précédente que parce que la couche extérieure est formée par de la matière colorante.

7e *Classe*. Nombre de calculs, 3.

Ces calculs ne renferment que des traces de cholestérine ; deux trouvés dans la même vésicule pesaient 0gr,8 et 0,7, n'étaient formés que de matière colorante ; on y voyait des zones d'un rouge vermillon, qui étaient de la bilirubine presque pure. Le troisième calcul, d'un brun foncé, était principalement formé par des mucus et de la bilihumine ; il se laissait écraser entre les doigts.

8e *Classe*. Nombre de calculs, 1.

Calcul dur, pesant, ne se laissant pas rayer par l'ongle ; structure amorphe, couleur gris sale.

L'aspect de la coupe peut encore nous donner des renseignements sur la nature du noyau ou centre de cristallisation des cal-

culs, ce qui permet d'avoir quelques notions sur les conditions qui ont présidé à la formation des dépôts.

29 fois, le noyau était formé par de la cholestérine blanche;

650 fois, par un petit noyau de matière colorante, qui souvent n'était visible qu'à la loupe.

267 fois, je n'ai pu distinguer nettement de noyau et de point central.

Ajoutons enfin, pour terminer les considérations que le simple aspect des coupes nous fournit, que les calculs avaient une structure uniforme dans 722 cas, qu'ils présentaient deux couches distinctes dans 208 cas, trois dans 24 et quatre dans 2 cas.

L'analyse chimique des calculs a été conduite de la manière suivante. Au lieu d'analyser chaque calcul, j'ai opéré sur un nombre de calculs plus considérable en choisissant ceux de la même classe. La poudre homogène a été desséchée à la température de + 105°; un certain poids de cette poudre fut traité à froid par de l'éther absolu jusqu'à épuisement complet; les solutions éthérées, évaporées à siccité, ont laissé un résidu qui, pesé après dessiccation à + 105°, représente la cholestérine des analyses qui suivent. Les sels ont été déterminés par la calcination; la différence entre les deux pesées et le poids total employé représente les matières organiques, sur la composition desquelles je reviendrai plus loin. Notons ici que le chiffre qui, d'après quelques auteurs (Gerhardt, *Dictionnaire de chimie*), indique la solubilité de la cholestérine dans l'éther, est erroné; ce n'est pas 3,7 d'éther qu'il faut à + 15° pour dissoudre 1 de cholestérine, mais bien 6,7.

Les résultats des analyses figurent dans le tableau suivant :

	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.	5e CLASSE.	6e CLASSE.	7e CLASSE.	8e CLASSE.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Cholestérine	98,1	97,4	70,6	64,2	81,4	84,3	traces	0,0
Matière organique...	1,5	2,1	22,9	27,4	15,4	12,4	75,2	18,1
Matière inorganique .	0,4	0,5	6,5	8,4	3,2	3,3	24,8	91,9

Un premier fait à noter est la corrélation qui existe entre le poids de la matière organique et de la matière inorganique ; une augmentation de l'une correspond à une augmentation de l'autre ; le fait s'explique aisément, car nous allons voir bientôt que les matières organiques sont à l'état de composés calciques.

Je me suis demandé si le corps que j'avais ainsi isolé par l'éther était de la cholestérine pure, ou s'il n'était pas formé par un mélange de cholestérine et d'un corps gras. La cholestérine isolée présentait le point de fusion de la cholestérine pure, mais je ne me suis pas contenté de cette indication. J'ai fondu le produit isolé par l'éther avec de la potasse au creuset d'argent, et j'ai repris la masse refroidie par de l'eau ; la cholestérine ne se saponifie pas dans ces conditions, ne se dissout que faiblement dans le liquide alcalin ; les corps gras au contraire auraient formé des savons potassiques solubles par ce mode de traitement. En traitant les savons solubles par un acide faible, on voit se séparer les acides gras insolubles ; ma cholestérine, traitée comme je viens de le dire, ne donnait jamais qu'une légère couche, preuve de l'absence de corps gras en quantité pondérable. Une seule fois il s'est produit un précipité qui correspondait à 1gr,7 de corps gras, compté comme margarine.

Les matières organiques contenues dans les calculs sont de nature très-diverse ; j'y ai décelé des matières colorantes à l'état de composés calciques, des sels d'acides gras, du mucus. Je relate ici une analyse détaillée des calculs de la 3e et 4e classe, qui sont les plus riches en ces composés et que j'ai utilisés avec beaucoup d'avantage pour l'extraction des matières colorantes biliaires. L'analyse a été faite d'après la méthode de Hoppe-Seiler (*Bulletin de la Société chimique*, 1869).

Cholestérine	62,3	
Composés biliaires solubles dans l'eau	18,3	
Sels solubles	4,1	
Composés solubles dans les acides	9,1	(matière inorg. 3,9).
Bilirubine	1,2	
Bilifuscine	0,4	
Biliprasine	0,8	
Bilihumine	1,5	
Matière organique (mucus) et perte	12,3	
	100,0	

On rencontre parfois des calculs qui sont encore plus riches en matière colorante ; je citerai comme exemple l'analyse de calculs de la 7e classe, où la bilirubine était assez abondante pour former à la coupe des stries d'un vermillon très-vif.

Cholestérine	0,9	
Composés biliaires solubles dans l'eau.	19,4	(dont sels, 13,2)
Composés solubles dans les acides	17,8	(dont sels, 7,9)
Bilirubine	12,1	
Bilifuscine	5,9	
Biliprasine	6,2	
Bilihumine	28,1	
Matière organique et perte	6,2	
	100,0	

Les calculs dans lesquels dominent les substances inorganiques sont une rareté ; le calcul de la 8e classe a été retiré directement par moi de la vésicule d'une vieille femme morte à la suite de pneumonie ; je n'ai pas réussi à obtenir des renseignements précis sur ses antécédents. L'analyse détaillée du calcul est la suivante. Je n'ai pas dans les auteurs trouvé de cas semblable. Le calcul pesait 1,36.

Cholestérine.	0,4	
Bilirubine et bilifuscine	0,6	
Bililiprasine	0,8	
Bilihumine	12,8	
Matières biliaires solubles dans l'eau. .	2,3	(dont sels, 0,8).
Carbonate de chaux	64,6	
Phosphate de chaux	12,3	
Phosphate amm.-magnésien	3,4	
Mucus, perte	2,8	
	100,0	

J'ai déterminé également la composition chimique des matières inorganiques laissées par les calculs des diverses classes. Les cendres ramenaient toujours au bleu le papier de tournesol rouge ; comme d'autre part les calculs ne produisaient sous l'influence des acides qu'un dégagement de gaz carbonique très-faible, nullement en rapport avec l'acide carbonique qu'aurait exigé l'analyse alcalimétrique des cendres, il fallait en conclure que l'alcalinité des cendres ne pouvait provenir uniquement de

la décomposition seule des carbonates terreux. Ce sont des combinaisons organiques de chaux qui, par leur décomposition par la chaleur, produisent en majeure partie l'alcalinité du résidu. Des recherches faites sur des calculs avant l'incinération m'ont fait voir que l'oxalate de chaux n'existait pas dans ces concrétions, en quantité notable. Ce sont donc les pigments et les acides biliaires qui sont combinés à la chaux, et qui sous l'influence de la chaleur laissent un résidu de chaux vive. Les phosphates et les sulfates ne se trouvent qu'en quantité très-faible dans ces cendres, et encore n'est-il pas sûr que ces derniers ne proviennent pas de la décomposition des taurocholates.

Je ne relate ici que le résultat des analyses des calculs de la 3e et de la 4e classe ; je ferai remarquer que la chaux qui figure à l'état de carbonate primitif a été calculée d'après la quantité d'acide carbonique dégagé par un poids donné de calculs traité dans un petit appareil à poids de Bobière:

Carbonate de chaux primitif	22,2
Carbonate provenant de la décomposition des comb. calcaires organiques	69,4
Sulfate de chaux	1,8
Phosphate de chaux et de magnésie	2,9
Phosphate de fer	0,9
Silice, chlorures, alumines, traces, pertes.	2,8

Je n'ai pas voulu borner mes analyses à cette étude d'ensemble; d'autres questions, qui pouvaient être résolues par l'analyse chimique se posaient naturellement.

Les calculs contenus dans la même vésicule ont-ils une composition chimique identique ou différente ? Il m'a semblé que les résultats obtenus pourraient permettre de tirer quelques conclusions relatives à l'époque de formation de ces concrétions. Se forment-elles simultanément ou à des moments différents ? Les analyses ont porté sur 22 cas ; toujours les calculs pesaient plus que 1 gramme ; 17 fois les différences étaient si légères, qu'on pouvait les regarder comme provenant des erreurs de l'analyse ; cinq fois au contraire les différences étaient plus prononcées ; je me contente de relater ici les trois analyses les plus concluantes à ce point de vue.

	1re ANALYSE.			2e ANALYSE.			3e ANALYSE.			
Poids du calcul......	gr. 3,8	gr. 3,7	gr. 2,9	gr. 2,4	gr. 2,8	gr. 1,9	gr. 1,5	gr. 1,9	gr. 1,8	gr. 2,0
Cholestérine pour 100.	70,2	71,4	81,2	68,1	70,2	75,9	67,1	68,5	72,1	73,8
Matière organique....	21,8	22,3	17,5	26,2	22,5	15,2	26,8	26,6	22,2	21,6
Matière inorganique...	8,0	6,3	1,3	5,7	7,3	8,9	6,1	5,9	5,7	5,6

Les résultats obtenus permettent, il me semble, de tirer les conclusions suivantes : Presque toujours les calculs qui se trouvent dans la même vésicule sont de formation simultanée ; cette donnée chimique est contrôlée par un résultat physique ; ces calculs ont en effet tous le même poids. Lorsque les calculs se sont formés à des périodes variables, leur poids est différent, et ce sont ceux qui ont des poids semblables qui possèdent également la même composition chimique.

Une seconde question que je me suis posée est la suivante : La composition chimique du calcul est-elle la même, alors que l'aspect physique ne fait pas voir des couches de nature différente?

En isolant, à l'aide du canif, les parties externes des parties centrales, j'ai pu constater que, sauf de rares exceptions, les parties extérieures du calcul étaient plus riches en cholestérine que les parties centrales. Le noyau ou pour mieux dire la partie centrale était toujours la partie la plus riche en sels inorganiques : 19 fois sur 19 analyses c'était le cas. Le fait est moins vrai pour les calculs qui semblent formés de cholestérine pure, comme le fait voir l'analyse suivante d'un calcul presque blanc qui pesait 6gr,4.

	CALCUL ENTIER.	PARTIE CORTICALE.	PARTIE CENTRALE.
Cholestérine.........	97,2	98,6	97,9
Matière organique....	2,2	2,1	2,3
Matière inorganique...	0,6	0,3	0,8

Si l'on se rapporte à ce que nous avons dit de la composition

des cendres, on ne peut s'empêcher de croire qu'il y a de fortes probabilités pour admettre que ce sont les composés insolubles de pigments, des acides biliaires ou gras, qui forment bien souvent le centre de cristallisation ou le noyau.

Les nombreux calculs que j'avais à ma disposition m'ont engagé à étudier l'action que les alcalis faibles à la dose de 1 à 5 millièmes auraient sur eux à la température de 40 degrés. Les médecins s'accordent assez généralement à reconnaître l'influence heureuse que la médication alcaline exerce sur la marche des affections calculeuses de la vésicule biliaire; on n'a qu'à consulter à cet égard l'ouvrage si remarquable du docteur Villemin, médecin-inspecteur des eaux de Vichy. Cette action s'explique difficilement, car la cholestérine est insoluble dans les alcalis et n'est soluble qu'en quantité très-faible dans les savons et les sels alcalins des acides biliaires. Aussi j'ai remarqué que les calculs de la 1re, 2e et 5e classe, c'est-à-dire ceux où la cholestérine est à la surface, n'ont jamais rien perdu de leur poids dans les solutions alcalines faibles, m m au bout de trois mois. Il n'en était pas de même des calculs de la 3e, 4e et 6e classe ; ces derniers surtout étaient modifiés le plus profondément. Voici ce que l'on observe : La matière colorante qui forme comme le ciment du calcul se dissout peu à peu ; la périphérie du calcul est corrodée et la cholestérine se détache en petites paillettes qui nagent dans le liquide ; l'agitation, le renouvellement du liquide alcalin favorisent cette action, mais elle est dans tous les cas très-faible. Ainsi un calcul de la 3e classe pesant 3^{gr},7 a perdu au bout de trois mois 0^{gr},18 dans la solution alcaline à 3 pour 1000, alors qu'un calcul d'un poids de 3^{gr},4 placé dans l'eau distillée dans les mêmes conditions de température et de temps n'a perdu que 0,04.

Cette expérience semble donner la clef de la manière d'agir des alcalis ; sous leur influence l'économie (le fait a été démontré) sécrète des humeurs plus alcalines : les composés organiques à base de chaux sont alors transformés en composés alcalins solubles qui ne se déposent pas ; le calcul cesse donc de s'accroître ; le calcul déjà formé peut se désagréger petit à petit par l'action des alcalis sur le ciment formé par les matières colorantes.

Si cette hypothèse est vraie, les calculs de cholestérine pure doivent être les plus volumineux, car, une fois formés, le nouveau milieu n'a plus d'influence sur eux; pour les autres on conçoit que la sécrétion biliaire peut changer à un moment donné et redissoudre le précipité qui s'est formé à une autre période. Voici ce que nous enseignent nos analyses.

D'une part, les 3920 calculs qui pesaient moins que 0,1 n'étaient jamais formés par de la cholestérine pure; d'autre part, les calculs les plus volumineux étaient les plus riches en cholestérine; ce sont en effet les calculs de la première et de la deuxième classe qui pesaient de 6 à 14 grammes.

Quelques mots encore sur les causes qui peuvent amener la formation des calculs.

L'influence d'un noyau provenant soit de l'extérieur, soit de l'intérieur, est admise sans conteste pour les calculs vésicaux. Tout le monde connaît l'influence du fil dans le procédé de Garrod pour la recherche de l'acide urique dans le sang des goutteux.

Sans la présence du fil, l'acide urique ne se disposerait pas à l'état cristallin, mais à l'état pulvérulent, et même il pourrait rester en solution un temps assez long pour être éliminé au dehors à l'état soluble; le mucus, les savons calcaires des matières colorantes des acides biliaires, etc., remplissent certainement dans la vésicule le rôle du fil de Garrod. Or un noyau, un centre d'attraction étant donné, on comprend qu'une humeur qui sans ce corps étranger n'aurait pas donné de dépôt, laisse précipiter de la cholestérine.

Mais ce n'est pas sur ces cas que je veux appeler l'attention.

Une solution saturée d'acide urique cristallise même sans la présence d'un corps étranger lorsque la température s'abaisse; on peut admettre que le foie biliaire tire du sang un liquide plus riche en cholestérine que dans les conditions normales; cet excès de cholestérine se trouvant dans un milieu dont la composition varie d'un instant à l'autre, peut se précipiter et jouer alors lui-même le rôle de centre d'attraction ou de cristallisation. Ce mode de formation de calculs doit exister à mon avis, et je me base sur les faits suivants pour étayer cette manière de voir.

Les femmes, et en général les personnes qui mènent une vie sédentaire, sont fréquemment atteintes de coliques hépatiques; or, chez toutes ces personnes les oxydations ne se font pas avec leur intensité normale. N'est-il pas curieux de voir que chez des animaux soumis à l'influence de corps que l'on dit agir comme désoxydants (phosphore, arsenic, antimoine, etc.), le sang devient plus riche en cholestérine? Ce fait ressort d'expériences inédites que je publierai sous peu.

Si maintenant nous admettons la théorie de Mialhe sur l'influence que les alcalis exercent sur les combustions interorganiques, nous expliquerions peut-être d'une manière plus sûre les résultats obtenus par la médication alcaline, on comprendrait que les calculs cessent de s'accroître; et si nous admettons l'action physique corrélative dont nous avons donné des preuves, on entrevoit la possibilité de l'élimination de calculs déjà formés.

Un fait du même ordre est le suivant; je le recommande spécialement à l'attention des médecins aliénistes: c'est dans les asiles que j'ai pu me procurer à la fois, non-seulement les calculs les plus nombreux, mais encore les calculs les plus riches en cholestérine. Le repos, l'inactivité souvent imposés à ces malheureux sont-ils la cause de ces dépôts? ou bien devons-nous admettre que le système nerveux malade sécrète plus de cholestérine? Cette dernière serait-elle, comme le veut Austin Flint, un produit de la désassimilation de la substance cérébrale, et ces observations confirmeraient-elles l'existence de l'état pathologique que cet auteur appelle la cholestérémie?

Je ne puis me prononcer ; je me borne à faire remarquer que, si le premier cas est vrai, on devra trouver dans les maisons de correction, centrales, etc., la même proportion de calculs que dans les asiles d'aliénés. Je me contente de rapporter le fait et d'appeler sur lui l'attention des médecins qui sont dans le cas de le vérifier.

DU ROLE DES NERFS

DANS LES CHANGEMENTS DE COLORATION DES POISSONS

Par M. G. POUCHET.

(Note lue à l'Académie des sciences dans la séance du 16 octobre 1871.)

Pendant un séjour récent aux viviers-laboratoires organisés par M. Coste à Concarneau, nous avons pu faire un certain nombre d'observations et d'expériences sur le rôle du système nerveux dans les changements de coloration que présentent certaines espèces de poissons, changements aussi rapides parfois et aussi accusés que ceux du caméléon, quoiqu'ils n'aient pas la même variété. Nos observations ont porté sur la petite blennie de nos côtes, sur une espèce du genre *Gobius* et aussi sur le turbot, où cette faculté qu'a l'animal de changer de couleur est particulièrement sensible.

Il résulte des expériences consignées dans une note précédemment soumise à l'Académie (1), que le mécanisme physiologique par lequel certains poissons, et les turbots entre autres, « prennent la couleur (2) du fond sur lequel ils vivent », a son centre dans le cerveau et son point de départ dans les impressions produites sur la rétine par le milieu ambiant. Il suffit d'enlever le globe oculaire pour que les animaux perdent aussitôt cette faculté. C'est en effet ce qui arrive. Les turbots aveuglés prennent une nuance intermédiaire, invariable quel que soit le fond sur lequel vit l'animal. Nous devons à l'obligeance de M. A. Guillou l'exacte reproduction par la peinture à l'huile de ce contraste entre les animaux privés ou non de la vue et vivant sur le même fond. Cette nuance intermédiaire est le signe de la paralysie des *chro-*

(1) *Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les poissons* (*Comptes rendus*, 26 juin 1871).

(2) Pour parler le langage technique des arts, ce n'est pas la *couleur* même du fond que prennent les turbots : leur peau prend la *valeur* du fond en gardant sa nuance propre brunâtre ou verdâtre.

moblastes (1) de toute la surface du corps, mais on peut, par des moyens convenables, la provoquer localement sur certaines parties de la peau à l'exclusion des parties voisines.

Du moment qu'il était acquis que les impressions rétiniennes transmises au cerveau sont bien le point de départ de ces changements de coloration, il était naturel d'attribuer à la moelle et aux nerfs le rôle de conducteur dans la transmission de ces influences jusqu'aux chromoblastes de la peau ; des expériences furent instituées en ce sens. Voici, d'une manière générale, comment il y était procédé. De jeunes turbots, reconnus aptes à changer rapidement de ton, étaient nourris dans une vasque à fond brun. Après la section nerveuse faite, l'animal était déposé dans une vasque à fond de sable où il devait pâlir de toutes les parties encore soumises à l'influence cérébrale, tandis que les autres, soustraites à cette influence, devaient garder leur couleur foncée. La section de la moelle ne donna aucun résultat. Mais, au contraire, la section du nerf trijumeau eut pour conséquence immédiate la paralysie des chromoblastes de toute la région de la tête desservie par ce nerf. L'animal, pris dans une vasque à fond brun, et jeté après l'opération dans une vasque sablée, pâlit de tout le corps, en gardant seulement un masque noir auquel on donne l'étendue que l'on veut en coupant tout le nerf ou seulement certaines de ses branches. De même pour la section des nerfs rachidiens ; le résultat non moins décisif et constant est la paralysie des chromoblastes de toute la région desservie par le nerf, sous forme de bandes répondant au trajet des nerfs, qu'on peut faire alterner à volonté avec d'autres bandes non paralysées de manière à zébrer en quelque sorte le dos de l'animal.

Les nerfs rachidiens ne recevant pas de la moelle cette influence qu'ils ont sur l'état de contraction ou de dilatation des chromoblastes, devaient la tirer du nerf latéral ou du grand sympathique.

(1) Nous donnons ce nom aux éléments formés d'une substance sarcodique contenant un pigment de couleur variable, soit à l'état dissous, soit à l'état granuleux. Ces éléments sont très-distincts de ceux qui composent essentiellement le tissu lamineux. (Voyez G. Pouchet, *On the connection of nerves and chromoblasts,* (in *The Monthly Microscopical Journ.*, London, décemb. 1871).

La section du nerf latéral ne modifie pas la fonction, tandis que la destruction du grand sympathique sur un point de son trajet dans le canal vertébral inférieur amène la paralysie immédiate de tous les chromoblastes de la peau en arrière de ce point. La ténuité du nerf sympathique, la difficulté d'arriver jusqu'à lui dans un canal osseux, l'extrême friabilité de l'aorte et de la veine cave qui l'accompagnent, ne permettaient pas de détruire le grand sympathique à ce niveau sans amener des désordres considérables. L'animal toutefois reste mi-partie noir et blanc pendant les deux ou trois jours qu'il survit à l'opération. D'autre part, des expériences comparatives faites sur le nerf et sur l'artère sous-maxillaires, l'un et l'autre superficiels et facilement isolables, montrent que les cordons nerveux et non les nerfs qui peuvent accompagner les vaisseaux, sont les véritables régulateurs de la fonction. Nous devons ajouter qu'une tentative faite pour couper le grand sympathique près de son origine en arrière des articulations du suspensorium ne nous a pas donné de résultat, quoique nous ayons lieu de croire l'opération bien faite. Mais ce n'est pas le seul exemple qui montre les propriétés de ce nerf variant à différentes hauteurs.

La paralysie des chromoblastes après la section des nerfs persiste un temps que nous ne pouvons limiter. Elle était aussi sensible après plusieurs semaines que le premier jour, quand nous avons laissé les animaux en expérience dans les viviers de Concarneau où ils continueront sans doute de vivre. A la longue les régions paralysées prennent le ton intermédiaire des turbots aveugles, se détachant indifféremment en clair ou en sombre suivant que le reste de la peau brunit ou se décolore sur les différents fonds où l'animal est placé.

Il ne nous a point paru que les substances toxiques, le curare, la strychnine, la morphine, la vératrine et en particulier la santonine, aient une influence sensible sur la fonction. L'*habitude* au contraire en a une considérable ; un turbot qui vit depuis longtemps sur le sable, transporté sur un fond brun, prendra quatre jours pour se mettre à l'unisson ; placé de nouveau sur le sable où il revient à sa couleur primitive et rapporté sur le fond brun,

la dilatation des chromoblastes, au lieu de se faire lentement en quatre jours, sera complète au bout de deux heures.

Nous ne saurions prétendre avoir épuisé un sujet d'études encore aussi peu exploré et aussi délicat que celui des influences actiniques des milieux sur les phénomènes de la vie. C'est ainsi que le journal de nos observations quotidiennes nous révèle certaines influences occultes sur la coloration, que nous n'avons pas encore analysées. Certains jours, à certaines heures, particulièrement par les temps couverts, chez tous les animaux opérés, les taches dues à la paralysie locale des chromoblastes étaient à peine distinctes, et quelques heures après tranchaient vigoureusement sur la couleur de la peau, sans que celle-ci parût avoir elle-même changé. Quant au rôle des nerfs dans la fonction, il ne saurait plus être révoqué en doute.

M. Guillou, qui dirige l'établissement de Concarneau, nous signala un jour, comme pouvant nous intéresser, dans le bassin des gros turbots destinés au commerce, un individu qui avait toute la tête pâle. Le diagnostic d'une lésion du trijumeau était indiqué sans qu'il fût nécessaire de prendre l'animal pour l'examiner. On se borna seulement à le surveiller dans le bassin, et il mourut dix jours après. Il avait, comme on peut le voir sur la tête encore conservée intacte, une plaie contuse, déjà un peu ancienne, exactement au niveau du point où le trijumeau sort du crâne; la dissection montrera certainement ce nerf lésé.

Telles sont, exposées dans leur ensemble, les observations et les expériences que nous avons pu faire dans les circonstances exceptionnellement favorables qu'on trouve aux viviers de Concarneau. M. Guillou avait eu la prévenance de pêcher à notre intention, et pour nous aider dans ces recherches, un véritable troupeau de petits turbots de tout âge, qui nous ont permis de poursuivre des expériences aussi nombreuses qu'on les pourrait faire sur les animaux dont se sert habituellement la physiologie.

NOTE

POUR SERVIR A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES OS

Par M. A. DUBRUEIL

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Quand on étudie comparativement les maladies des os dans l'enfance et dans l'âge adulte, on est frappé des différences profondes qu'elles présentent dans les deux cas.

Plus communes chez les enfants où on les rencontre souvent avec un cachet d'acuité qu'elles ne revêtent jamais chez l'adulte (témoin l'ostéo-périostite aiguë), elles présentent en général chez les premiers des phénomènes qui accusent une vitalité plus intense.

Pour les lésions traumatiques, par exemple, nous voyons les fractures se consolider dans le jeune âge avec une rapidité bien plus grande.

C'est dans la structure des os que doit être recherchée la raison de ces différences. La composition chimique ne paraît y être pour rien, car d'après les recherches les plus autorisées, entre autres celles de Sappey et de Nélaton, d'Alphonse Milne Edwards, elle reste constamment la même aux diverses périodes de l'existence.

L'examen histologique des os démontre des différences multiples entre ceux de l'enfant dont les épiphyses ne sont point encore soudées et ceux de l'adulte dont l'ossification est terminée.

Je n'insisterai pas sur les caractères de la moelle qui, composée en grande partie d'éléments graisseux chez l'adulte, abonde en médullocelles pendant l'enfance, ni sur cette couche interposée à l'os et au périoste, propre aux premières années de l'existence, et qui pour certains histologistes contiendrait ces cellules embryonnaires, éléments essentiels de l'ossification, que l'on retrouverait au niveau des points où le cartilage de conjugaison est en contact avec l'os qui empiète sur lui.

Je veux seulement appeler l'attention sur la vascularité différente du tissu osseux suivant les âges, et signaler les résultats de quelques recherches que j'ai faites sur les vaisseaux des os, ou ce qui revient au même sur les canalicules de Havers.

J'ai, sur des cadavres de différents âges, pris sur un même os des tranches osseuses coupées à la même hauteur (le péroné, immédiatement au-dessus du milieu de l'os); je les ai usées à la meule, jusqu'à ce qu'elles soient devenues suffisamment minces, et je les ai ensuite traitées par la glycérine. Mon examen a porté sur le tissu compacte.

J'ai mesuré d'abord les dimensions des canalicules dans les différents âges et j'ai obtenu les chiffres suivants :

Adulte.

Premier canalicule	0mm,063	de diamètre.
Deuxième —	0 050	
Troisième —	0 040	
Quatrième —	0 030	
Cinquième —	0 023	

En moyenne, 0,041.

Enfant de cinq ans et demi.

Premier canalicule	0mm,023	de diamètre.
Deuxième —	0 026	
Troisième —	0 026	
Quatrième —	0 023	
Cinquième —	0 033	

En moyenne, 0,026.

Enfant de naissance.

Premier canalicule	0mm,020	de diamètre.
Deuxième —	0 020	
Troisième —	0 023	
Quatrième —	0 023	
Cinquième —	0 020	

En moyenne, 0,021.

Fœtus de six mois de vie intra-utérine.

Premier canalicule	0mm,020	de diamètre.
Deuxième —	0 010	
Troisième —	0 010	
Quatrième —	0 006	
Cinquième —	0 010	

En moyenne, 0,011.

Les chiffres précédents nous montrent que les canalicules de Havers, et partant les vaisseaux de l'os, ont un volume qui, comme celui des organes et des vaisseaux en général, croît avec l'âge, ou en d'autres termes que ce volume, mesuré de la naissance à l'âge adulte, est en raison directe de l'âge.

J'ai cherché d'autre part, en prenant au hasard sur les préparations, quel était le nombre des canalicules de Havers se trouvant sous le champ du microscope, en me servant de l'objectif 3 et de l'oculaire 2 de Nachet, et en ne tenant compte, comme je l'avais du reste fait pour apprécier le diamètre des canalicules, que de ceux qui apparaissent avec une forme circulaire, c'est-à-dire, qui sont perpendiculaires à la coupe.

Voici ce que j'ai trouvé :

Adulte................................	1 ou 2 canalicules.
Enfant de cinq ans et demi................	5
Enfant de naissance......................	11
Fœtus de six mois.......................	18

Ces résultats montrent que, pour une surface donnée de tissu osseux, le nombre des canalicules de Havers, et partant des vaisseaux, est d'autant plus grand que l'enfant est plus jeune, ou, en d'autres termes, que ce nombre est en raison inverse de l'âge, de l'enfance à l'âge adulte.

On peut donc, je crois, formuler la proposition suivante : de l'enfance à l'âge adulte, le volume des canalicules de Havers varie en raison directe de l'âge et leur nombre varie en raison inverse de l'âge.

Si l'on se rappelle que, dans cette période de l'existence, les dimensions de l'os en voie d'accroissement sont en raison directe de l'âge, il est facile de conclure que la vascularité d'un os est d'autant plus grande qu'il appartient à un sujet plus jeune.

SUR LES

COLORATIONS NOIRES HÉMATIQUE ET MÉLAÏNIQUE DES TISSUS MORBIDES

Par M. Ch. ROBIN
Membre de l'Institut, etc.

La coloration accidentelle en noir des tissus normaux ou des tumeurs peut être due à des causes diverses bien déterminées ; elle peut reconnaître pour cause :

1° L'introduction du dehors dans l'organisme de particules métalliques de couleur noire qui se fixent dans tel ou tel tissu ;

2° Elle peut être déterminée par la formation dans l'économie de composés chimiques de teinte noire;

3° Elle peut résulter de modifications survenant accidentellement dans certaines matières colorantes naturelles des liquides ou des solides, comme celles de la bile, des hématies, etc. ;

4° Enfin, elle peut provenir de la production hétérotopique ou simplement de l'augmentation anormale de la quantité des granules de *mélanine* ou *mélaïne*. Ces granules sont alors semblables à ceux qu'on trouve dans les cellules épithéliales de l'épiderme, (surtout chez les Nègres), dans l'épithélium de la choroïde, dans les corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés de la trame de cette membrane, ou libres entre les fibres de celle-ci et de l'iris. Ce sont, en d'autres termes, les granules qui sont dits du pigment noir ; mais il faut rappeler que, d'un individu à l'autre et d'une espèce à l'autre, comme sur les Peaux-Rouges et les Malais comparativement aux nègres, ils puissent varier de ton du jaune fauve assez pâle, au brun très-foncé, plutôt qu'au noir proprement dit, quand ils sont vus par lumière transmise sous le microscope. Ces granules sont composés presque exclusivement de *mélaïne* ou *mélanine*. On peut par conséquent distinguer des autres la dernière variété de mélanose sous le nom de *mélanose mélaïnique*, et la troisième sous le nom de *mélanose hé-*

matique. Quant aux premières, ce sont des *mélanoses métalliques*, sulfureuses, charbonneuses, etc., et non d'origine organique. On a depuis longtemps appelé *vraie mélanose* la mélaïnique, et *fausses mélanoses*, ou *pseudo-mélanoses*, celles qui dérivaient d'une altération de l'hématosine du sang épanché, de l'introduction des poussières charbonneuses, etc. Mais quelquefois la cause de la coloration de la mélanose peut être aussi intense dans les uns que dans les autres de ces cas. Il faut par conséquent les distinguer d'après la nature des corps colorants (qui peut aujourd'hui être nettement déterminée), et non d'après de vagues désignations.

Ainsi que l'indique le titre de cette note, il ne sera question ici que des deux dernières variétés de coloration *accidentelle* des tissus.

I

MÉLANOSE HÉMATIQUE.

La matière colorante des globules sanguins, séparée de ceux-ci à l'état d'hématosine teinte en noir souvent très-intense, les tissus normaux ou accidentels de l'homme bien plus souvent que tous les autres principes immédiats colorés de l'économie, se présente sous le microscope, qui seul les fait reconnaître, avec la forme de granules plus ou moins irrégulièrement arrondis ou ovoïdes et d'un rouge pourpre ou orangé caractéristique, et, en raison de l'opposition qui existe entre les phénomènes de réfraction de leur centre et de leur périphérie, ils sont d'autant plus foncés ou plus noirâtres qu'ils sont plus petits. Leur volume varie entre 1 et 30 millièmes de millimètre environ. Ils sont insolubles dans la soude, la solution de potasse saturée froide ou chaude, l'ammoniaque, l'eau, l'éther, l'alcool, la glycérine, les acides acétique, azotique et chlorhydrique.

Il y a pourtant un acide dont l'action permet de les distinguer aisément des particules de charbon qu'ils accompagnent souvent dans les glandes lymphatiques et dans le poumon, ces particules ayant très-probablement déterminé des hémorrhagies ecchymo-

tiques des capillaires sanguins. Cette action est celle de l'acide sulfurique qui après 15 à 30 minutes de contact au plus avec les grains d'hématosine anciennement ou récemment formés, les dissout en colorant en rouge jaunâtre soit le réactif, soit en même temps le tissu qu'il gonfle, quand on opère sur des grains d'hématosine encore contenus dans les fragments de ce dernier. Au bout de quelques heures, la coloration disparaît en passant au violet bleuâtre, puis verdâtre plus ou moins foncé. L'acide peut être celui que le commerce livre habituellement pour les laboratoires, mais incolore ou à peu près; il faut le placer directement sur le tissu, sans addition d'eau. Si la préparation a été traitée deux ou trois fois par l'éther, l'action dissolvante est plus rapide. Cette réaction est plus démonstrative que l'action de l'éther, qui, ainsi que l'a fait remarquer Ordonez, donne aux contours des granules une netteté cristalline, mais qui agit difficilement sur les granules inclus dans l'épaisseur des fragments des tissus observés. Cet état anguleux à bords nets des granules d'hématosine, surtout de petit et de moyen volume, est, du reste, fréquent et important à noter. Il en est ainsi encore de la coloration très-foncée des plus petits, qui même sont tout à fait noirs sous le microscope s'ils sont vus à un grossissement ne dépassant pas 300 diamètres. Quand, avec les grains d'hématosine, il y a cristaux d'hématoïdine, l'acide sulfurique émousse leurs bords, et ils sont entourés d'une aréole foncée virant au bleu verdâtre ou violacé sur d'autres préparations ; du reste, on peut voir que la potasse, la soude, et surtout l'ammoniaque, gonflent, fendillent et dissolvent ces cristaux, dont les parcelles se dissolvent ensuite peu à peu. Notons en passant que les cristaux d'hémoglobine restent sans modification pendant des heures dans ces réactifs, si ce n'est dans l'ammoniaque qui les dissout rapidement. Dans les taches mélanotiques ou autres, l'action dissolvante de l'ammoniaque et de l'acide acétique sur les hématies sert à en débarrasser les grains d'hématosine, de mélanine etc., qu'ils accompagnent parfois dans la préparation.

L'action dissolvante de l'acide sulfurique sur l'hématosine la différencie nettement des granules de la mélanine oculaire, cu-

tanée, ou de celle des tumeurs, avec lesquels elle est parfois mélangée et avec lesquels il importe dans tous les cas de ne pas la confondre. Sous ce rapport ce fait est important, car on trouve souvent de petits épanchements sanguins en forme de pétéchies ou d'ecchymoses dans les tumeurs et les *infiltrations* de mélanose mélaïnique. La couleur des grains d'hématosine, leur volume généralement plus grand et plus irrégulier les fait déjà distinguer de ceux de la mélanine : mais souvent, qu'ils soient mélangés ou non, il faut, pour les différencier, recourir à la réaction caractéristique qui vient d'être indiquée. Quant aux granules de la mélanine, ce sont les parties les plus réfractaires aux agents chimiques que l'on connaisse dans l'économie animale.

Ils ne sont modifiés en rien par l'action des réactifs cités plus haut, tant à chaud qu'à froid, alors même qu'ils dissolvent ou détruisent les éléments dans lesquels ils sont plongés ; car, contrairement à ce que j'ai autrefois dit avec quelques auteurs, ils ne sont pas dissous, à froid ni à chaud, par l'acide sulfurique, comme le sont à froid déjà les grains d'hématosine. Il faut se garder de prendre pour une dissolution de la mélanine la dissociation, due à la dissolution par l'acide chauffé, des fragments du tissu préparé, qui disparaît ainsi en réalité, mais dont les granules de mélanine se retrouvent intacts dans la préparation mise sous le microscope. Il faut dire dès à présent que les granules de mélanine se comportent à cet égard comme le charbon ; il serait par suite impossible de les distinguer de ceux du noir de fumée, si, en chauffant jusqu'à l'ébullition un fragment de tissu contenant les premiers dans la solution saturée de potasse récemment faite, on ne les rendait jaunâtres et cohérents, comme par fusion, sans pourtant les dissoudre à proprement parler ; au contraire, si l'on porte ensuite sous le microscope une préparation de tissu contenant du noir de fumée, traitée de la même manière, on voit que les corpuscules noirs ne varient pas. Il en est de même naturellement des particules de la poussière du charbon pulmonaire ou des glandes bronchiques, etc. ; mais ici la forme anguleuse et le plus grand volume de celles-ci suffit déjà pour les faire distinguer. Ces réactions de la mélanine sont les mêmes sur tous les

animaux, invertébrés et vertébrés, tandis que les granules de la matière colorante jaune ou orangée qui, sur les batraciens, etc., se trouvent dans d'autres cellules, se dissolvent dans l'acide sulfurique, comme l'hématosine. Comme sur les mollusques et autres invertébrés à sang blanc, c'est-à-dire sans globules rouges, existent la biliverdine, aussi bien que le pigment noir ou brun, surtout chez les céphalopodes, il n'est pas possible d'admettre l'hypothèse de ceux qui veulent, avec Breschet, Rokitansky, puis Kœlliker, Engel, Ecker, Virchow et autres, que tout pigment provienne des hématies, et que, dans les cellules normales ou des tumeurs, des globules rouges pénètrent dans des cellules et s'y transforment ultérieurement en pigment mélaïnique. Il n'est surtout pas exact de dire avec Billroth que le sang extravasé dans les tissus produit soit de l'hématoïdine, soit de la mélanine. Il est parfaitement prouvé en tout cas que dans la peau et dans la choroïde ce n'est pas ainsi que se produit leur pigment (V. Littré et Ch. Robin, *Dictionnaire de médecine*, Paris 1865, gr. in-8°, art. *pigmentation*). Ce qu'il y a d'important ici, comme caractère distinctif indiquant une différence de nature spécifique, chimiquement et physiologiquement parlant, entre la mélanine et l'hématosine d'une part, puis entre celle-ci et l'hémoglobine ainsi que l'hématoïdine, c'est la résistance énergique de la première, dès son apparition embryonnaire, à l'action de l'acide sulfurique, ce sont les différences de réaction indiquées plus haut qui concernent les trois autres de ces composés (1).

Les modifications mélanotiques des tissus et des tumeurs dues à l'accumulation de l'hématosine à l'état de granules peuvent

(1) Ajoutons que la mélanine a une action colorante sur la peau, le papier, etc., se conservant à peu près indéfiniment, notée déjà par Trousseau et Leblanc, que ne présentent pas les mélanoses formées par des granules d'hématosine. Sa résistance à l'action des acides est la même, soit que les granules de mélanine aient sous le microscope un ton noir proprement dit ou une teinte d'un brun rougeâtre, sépia pâle ou foncé, ainsi qu'on peut le rencontrer d'un individu à l'autre sur l'homme ou les animaux domestiques d'une même espèce. La possibilité de se servir de la mélanine, variant de teinte du bistre sépia au ton de l'encre de Chine pour écrire ou dessiner, a même été prouvée depuis longtemps par Alibert, Cazenave, et ses élèves (article MÉLANOSE, *Dictionn. de méd.*, 2e édit. Paris, 1839, t. XIX, in-8, p. 331. Alibert, *Nosologie méthodique*. Paris, 1817, in-f°, t. I, p. 542 et suiv.).

se présenter surtout sous forme : 1° de taches, de traînées ou de plaques ; 2° de tumeurs ; 3° d'altération directe des tissus mortifiés ; 4° de liquides sécrétés divers ; et 5° il y a lieu d'en rapprocher sans les confondre les colorations noires des solides et des liquides dues à la biliverdine.

1° *Mélanoses hématosiques en taches, plaques, couches, etc.*

Après les épanchements sanguins, que la résorption des globules et de la fibrine ait lieu simultanément, comme cela se voit souvent dans les apoplexies de l'ovaire, dans les corps jaunes, que, comme dans le cerveau et dans d'autres tissus, les globules du sang disparaissent au contraire assez longtemps avant la fibrine, toujours on trouve, dans le voisinage des foyers sanguins, que la matière colorante, qui s'est séparée des globules en voie de résorption, reste bien plus tard que ces derniers, et même quelquefois plus tard que la fibrine. Cette matière colorante siége habituellement en grains isolés ou diversement groupés entre les fibres ou dans l'épaisseur même des éléments anatomiques, fibres ou cellules ; elle reste le plus souvent à l'état de granules arrondis, mais quelquefois, pendant la durée de ces phénomènes, elle prend l'état d'hématoïdine, c'est-à-dire qu'elle perd son fer pour fixer un équivalent d'eau en même temps qu'elle passe à l'état cristallin. Cette matière colorante prend toujours une teinte plus foncée que celle qu'elle avait à l'état normal, dans les globules, et elle peut, mélangée aux éléments anatomiques, donner aux tissus vus à l'aide de la lumière réfléchie, une coloration absolument noire.

Dans le cas d'apoplexie pulmonaire et hépatique, on constate aussi ces particularités, et les amas de cette matière ont une coloration qui varie du rouge à la teinte ocreuse, au brun rougeâtre ou au noir le plus intense. La coloration est d'autant plus éloignée du rouge, d'autant plus foncée, que les granules d'hématosine sont plus nombreux, plus rapprochés et moins mélangés d'hématies non encore résorbées. Mais, quelque intense que soit la coloration noire du tissu vu à l'œil nu, le microscope montre que les granules d'hématosine conservent toujours, individuellement, non-seulement leur coloration propre, mais encore

leurs réactions. Aussi ne comprend-on pas que quelques auteurs aient pu répéter, avec Virchow, que le pigment libre, provenant directement des épanchements sanguins interstitiels des tumeurs, peut être facilement confondu avec le pigment mélanotique proprement dit.

Ces granules d'hématosine se rencontrent non-seulement libres, mais ils peuvent se déposer dans l'épaisseur de certaines cellules, comme on le voit chez des individus bien portants, dans celles des plexus choroïdes, des tubes urinipares, etc. On observe, en outre, ce fait constamment dans les cellules épithéliales des canalicules respirateurs du poumon, chez les individus morts de rétrécissements des orifices aortique ou auriculo-ventriculaire gauche, chez ceux qui sont affectés d'hémoptysie, autour des apoplexies pulmonaires, etc. Dans les affections chroniques où la couleur de la rate fait dire celle-ci *rate noire* (Tigri), on constate que sa couleur est due à des granules foncés de cette sorte, soit libres, soit inclus dans les cellules épithéliales remplissant les aréoles de la glande, soit interposés aux fibres de sa trame et des parois vasculaires. On en trouve fréquemment dans les cellules d'un grand nombre de tumeurs épithéliales, dans les myéloplaxes des épulis, lorsque ces productions sont compliquées d'épanchements sanguins. J'ai vu des amas considérables de cette matière colorante demi-solide être devenus, dans des épithéliomas de la face, etc., le centre du noyau de globes épidermiques. Ces granules peuvent être isolés ou contigus sur un seul point très-restreint des cellules, où ils les remplissent, les déforment, les distendent plus ou moins et les rendent souvent presque opaques. La matière colorante semble s'être indroduite molécule à molécule dans les cellules, comme le fait souvent la graisse, et s'être réunie en granules polyédriques ou en gouttelettes arrondies. Celles-ci ont, à tort, été décrites par quelques auteurs comme des globules du sang ayant pénétré dans les cellules de la rate, du foie, du poumon, de diverses tumeurs, etc.

Dans la plupart des circonstances dont il vient d'être question, les granules existent seuls, c'est-à-dire ne sont pas accompagnés de cristaux d'hématoïdine; mais quelquefois on trouve de ceux-

ci, surtout lorsqu'un épanchement sanguin un peu abondant a eu lieu. Dans ces conditions, il arrive qu'on trouve quelques cristaux qui se sont formés au milieu de la substance de certaines cellules. Les parois des petits vaisseaux de la pie-mère, de l'encéphale à l'état normal, sur les adultes, et dans les cas d'apoplexie, de ramollissement cérébral, etc., renferment souvent des grains d'hématosine, plus ou moins gros, ayant souvent 0^{mm},030 et même au-delà (Ch. Robin et Mercier, *Mém. sur l'hématoïdine, etc., Comptes rendus et Mém. de la Soc. de Biologie*, Paris, 1855, in-8°, p. 115). Il est facile de constater, en examinant les tissus, jusque dans les points où ces granules n'existent plus, que, ni dans ce cas, ni dans les précédents, ils ne proviennent de globules du sang ayant pénétré dans les cellules et s'y transformant ultérieurement en pigment, comme l'admettent Virchow et quelques autres auteurs. Ils sont, en effet, insolubles dans l'eau, dans l'ammoniaque et dans l'acide acétique, alors que ces derniers attaquent plus ou moins les cellules dans lesquelles ils sont inclus, et dissolvent rapidement les globules sanguins libres dans la préparation intravasculaire. Ce caractère montre à lui seul que la forme arrondie et la couleur des granules d'hématosine ne suffisent pas pour faire considérer ces derniers comme représentant des hématies et faire admettre que celles-ci ont pénétré dans les cellules épithéliales de la rate, des tumeurs épithéliales et autres. Dans bien des cas du genre des précédents et dans les petites taches noires stelliformes des séreuses ou sous-séreuses, il n'est plus possible de trouver des lésions des capillaires, ni des globules du sang hors des vaisseaux permettant de dire si les granules d'hématosine, groupés ou épars entre les fibres, proviennent d'un épanchement sanguin, ecchymotique ou apoplectique. Ces granules semblent être dus à une issue exosmotique, molécule à molécule, de l'hématosine des hématies, qui se réunit en corpuscules, soit entre les fibres, soit dans les cellules même, comme on vient de le dire.

De toutes ces dispositions accidentelles de l'hématosine, résulte la production de stries, de traînées, de taches ou plaques minces ou épaisses, variant en coloration du rouge au brun noirâtre ou ardoisé, ou arrivant au noir, soit mat, soit bleuâtre. Les petites

sont stelliformes, arrondies ou irrégulièrement polygonales. Leur diamètre peut avoir, depuis des dimensions presque imperceptibles, jusqu'à des diamètres qui atteignent ou dépassent plusieurs décimètres, comme on le voit parfois dans les culs-de-sac du péritoine.

C'est à ces modifications de la texture des séreuses que sont dues les taches noires, de formes et d'étendues très-diverses, que l'on trouve souvent, surtout au fur et à mesure des progrès de l'âge, dans la plupart d'entre elles, ou dans le tissu lamineux sous-jacent, mais surtout dans la plèvre et dans le péritoine; ici, c'est dans celui surtout qui recouvre la rate, le foie, l'intestin, etc. Comme dans le cas des ovariules (*corps jaunes*), graduellement devenus d'un noir intense, on est toujours frappé de la couleur rouge qu'offrent, par la lumière transmise sous le microscope, les granules, qui, accumulés, absorbent tous les rayons incidents qu'ils reçoivent, et, par suite, forment des amas dont l'image se peint en noir sur la rétine.

C'est à ces particularités anatomiques accidentelles que sont dues les colorations, variant du gris au noir, observées assez souvent dans la muqueuse utérine des brebis, des chèvres, etc. (Goubaux, 1850), sur une étendue uniforme ou non, tant en surface qu'en profondeur, et plus ou moins grande, dans des kystes divers dans le péritoine viscéral et pariétal, à la suite de certaines hématocèles, des péritonites chroniques, dans les sacs herniaires, la plèvre, les pies-mères cérébrale ou rachidienne, l'épendyme ventriculaire; ces colorations sont accompagnées ou non d'épanchements sanguins, de sécrétions séreuses, muqueuses ou purulentes, d'épaississements, de granulations, etc., de ces tissus. Les altérations dites *tuberculeuses* de ces membranes, dans le péritoine surtout, avec ou sans péritonite chronique, dans la plèvre, etc., en sont entourées souvent plus ou moins. La membrane dite *pyogénique*, limitant les foyers des abcès par congestion et des trajets fistuleux anciens, montre souvent des taches, des couches ou même de petites masses, dont la teinte varie de l'ardoise au noir intense, constituées comme nous venons de le dire. Il en est encore de même des muqueuses intestinales, de leurs ulcérations et de leurs cicatrices sur

les sujets âgés, morts d'entérite chronique, etc. Bien que parfois les néo-membranes des séreuses soient envahies par la mélanose mélaïnique, dans les cas de généralisation de celle-ci, c'est le plus souvent à de l'hématosine qu'est due leur coloration noire, plusieurs fois décrite depuis les observations de Breschet à cet égard. Fréquemment prises pour de la mélanose mélaïnique, ces dispositions pathologiques font partie de celles qui ont été décrites sous les noms de *mélanose infiltrée* et de *mélanose en couche*.

2° *Mélanose hématique des tumeurs.*

Berzelius a fait connaître la résistance aux actions chimiques, bien plus grande dans la mélanine que dans l'hématosine. Il n'a plus été possible, depuis lors, de confondre l'un avec l'autre ces deux composés. On ne peut non plus considérer le premier comme dérivant du second par une altération directe survenue dans les vaisseaux ou hors d'eux, ainsi que le pensaient Barruel, Breschet, Lobstein, et les médecins qui, après eux, ont rapproché les tumeurs mélaniques proprement dites (dont il sera question plus loin) du purpura, du melæna, en tant que *sang modifié* sous certaines influences générales. L'examen, à l'aide du microscope, venant aussi montrer les différences qui séparent les granules d'hématosine de ceux de la mélanine, a conduit à distinguer les tumeurs colorées par celle-ci, de celles qui sont noircies par la première.

Aussi, depuis longtemps, des tumeurs dites cancéreuses parce qu'elles étaient noires ont été reconnues comme colorées par du sang épanché, et appelées d'après cela *fausses mélanoses* (Broca, Lebert, *Bulletins de la Soc. anat.*, Paris, 1852, in-8°, p. 24 et 43), ou *tumeurs mélaniques par épanchement sanguin* (Ordonez, *Bulletins de la Soc. anatomiq.*, Paris, 1858, in-8°, p. 119 à 121), etc., afin de les différencier des tumeurs colorées par la production, dans leur épaisseur, de granules noirs de même espèce que ceux qui sont dans la choroïde et l'épiderme.

Dans tous les cas, du reste, on ne peut être sûr d'avoir sous les yeux telle ou telle espèce de ces deux sortes de produits qu'après avoir déterminé la nature de la matière colorante sous le microscope, comme il a été dit plus haut.

II.

DE LA MÉLANOSE MÉLAÏNIQUE OU PROPREMENT DITE.

L'altération des tissus dont il va être question est celle que Laennec a le premier appelée *mélanose* (1806), et que Carswell a nommée plus tard *mélanome* (1838). C'est à elle que, d'une manière générale, s'appliquent les descriptions nombreuses des traités classiques. Mais, même parmi les modernes, plusieurs ont fait rentrer dans ces descriptions des cas de mélanoses hématiques. La persuasion erronée où, depuis Breschet, presque tous les cliniciens et les anatomo-pathologistes sont restés, que le sang épanché dans les tissus peut donner lieu à la transformation de la matière colorante soit en hématosine, soit en hématoïdine, soit enfin en mélanine, a été cause, en effet, que nul ne s'est préoccupé de distinguer, l'un de l'autre, ces corps colorants dans les produits pathologiques, à l'aide des réactions indiquées plus haut. C'est ainsi, par exemple, que la *mélanose liquide* des auteurs classiques comprend des cas dans lesquels du sang épanché a subi les modifications dont il a été question, et d'autres dans lesquels de véritables tumeurs mélaniques se sont ramollies jusqu'à l'état de fluidité ; on connaît même des exemples d'envahissement de la paroi d'un kyste, ou de plusieurs kystes, tels que ceux de l'ovaire, par des mélanoses ayant mêlé leur substance au liquide et l'ayant rendu plus ou moins noir et boueux. D'autres fois, c'est dans le liquide des séreuses affectées, dans celui des ventricules cérébraux eux-mêmes, que par ulcération, en quelque sorte, et plus ou moins superficielle, tombent des granules de mélanine en quantité assez considérable pour colorer le liquide. Bien que très-petits, ces granules peuvent être retrouvés à l'aide du microscope, surtout dans le dépôt qui se forme au fond du vase après un repos plus ou moins prolongé.

Comme, de plus, il arrive que parfois des grains d'hématosine provenant de sang épanché, bien qu'en petit nombre, accompagnent la mélanine, il résulte de là que bien des observations

anciennes méritent d'être prises de nouveau sous ce point de vue, ainsi que l'ont fait Broca, Lebert et Ordonez. (Voyez ci-dessus, page 87.)

La mélanose dont il s'agit dans ce paragraphe est celle qui est caractérisée par la production des granules de mélanine dans l'épaisseur ou dans les interstices des éléments anatomiques des tissus, soit de ceux qui jusque-là étaient normaux, soit de ceux qui se sont accidentellement développés, les colorant en absorbant, sans les réfléchir, les rayons lumineux, comme elle le fait dans les cellules épithéliales pavimenteuses de l'épiderme et de la choroïde, et dans les cellules ou corps fibro-plastiques fusiformes et étoilés du tissu irido-choroïdien, ainsi que dans leurs interstices.

La part que peuvent prendre les granules de mélanine à l'augmentation du volume des tissus dans lesquels ils se produisent accidentellement est rarement considérable et ne répond pas à l'intensité de la coloration qu'ils leur donnent. Ce fait correspond entièrement dans l'ordre pathologique à ce qu'on observe à l'état normal dans le système irido-choroïdien, qui, quelle que soit l'intensité de la couleur, n'offre pas plus d'épaisseur de l'une à l'autre de ses parties que lorsque il manque partiellement ou complétement de pigment, comme sur les albinos.

En outre, à part l'absence des granules noirs, ces éléments offrent individuellement, et sous le rapport de leur texture, des dispositions identiques dans les deux cas.

Or, quand a lieu la production pathologique de la mélanine, c'est un fait de même ordre que l'on observe, c'est-à-dire que l'on a sous les yeux soit des tissus proprement dits, soit des *tumeurs pigmentées* par de la mélanine et non des tissus ni des *tumeurs pigmentaires*, c'est-à-dire composés principalement par le pigment même. Il résulte de là que l'anatomie pathologique n'a pas à faire la description d'une espèce distincte de tumeurs, à proprement parler, mais seulement à décrire la manière dont les granulations mélaïniques sont distribuées dans telle ou telle espèce de tumeurs ou dans des tissus normaux dont ils changent plus ou moins la couleur et parfois aussi le volume.

C'est ainsi qu'on voit, sur les chevaux blancs surtout, la méla-

nine se produire primitivement dans le derme ou dans le tissu lamineux sous-cutané, et y donner lieu à la formation de tumeurs dans lesquelles les granules de mélanine l'emportent, quant à la masse, sur celle des fibres lamineuses anciennes et de nouvelle génération, dès qu'elles dépassent le volume d'un œuf ou environ. Elles représentent alors ce qu'on a désigné sous le nom de *mélanose pure*, laquelle, ainsi qu'on le voit, n'existe jamais originellement de la sorte ; elle a parfois, quoique rarement, été observée chez l'homme, et plus souvent à l'état d'épaississement des enveloppes cérébrales, qu'à l'état de *tumeurs* proprement dites.

Après s'être ainsi produite primitivement hors des régions où elle existe normalement, la mélanine se généralise, c'est-à-dire se montre successivement dans les tissus séreux, fibreux et muqueux, dans les cellules épithéliales de toutes les glandes ou d'un certain nombre d'entre elles, et dans le tissu de leurs cloisons avec ou sans augmentation de leur volume, selon les cas, dans les cloisons intermusculaires, dans le tissu médullaire des os et dans ses cellules, puis dans le tissu nerveux central même, avec ou sans formation de tumeur.

Bien que ces faits puissent être observés sur des chevaux de toutes couleurs, il n'en est pas moins vrai que, depuis les remarques anciennes de Brugnone (1781), et de Gollety-Latournelle (1784-1809), de Trousseau et de Leblanc (1828), etc., on a toujours constaté que c'est surtout sur les chevaux blancs qu'on observe ces formations, et qu'il est assez rare de voir manquer des mélanomes sur ceux d'entre eux qui sont âgés.

Tous les faits de généralisation de la production mélaïnique dans les divers tissus qui viennent d'être signalés s'observent aussi chez l'homme. Mais, tandis que sur le cheval, le bœuf, etc., c'est le tissu lamineux qui est le siége de la génération accidentelle primitive qui est le point de départ de la généralisation successive, sur l'homme la mélanose accidentelle, se généralisant, débute, à peu de choses près, toujours dans l'épiderme cutané ou dans une autre couche épithéliale. En outre, sa généralisation ultérieure diffère de ce qui a lieu sur le cheval en ce qu'elle consiste en une génération successive de masses épithéliales, de texture analogue à celle de

l'épithélium primitivement affecté, et plus ou moins pigmentées. Ces tumeurs, en d'autres termes, ne diffèrent que par leur pigmentation de celles qui sont appelées *tumeurs cancéreuses*, et c'est à juste titre que Lebert a pu dire à cet égard que la *mélanose cancéreuse*, qui est commune chez l'homme, est rare dans le cheval, et que la *mélanose pure* (mélanose du tissu lamineux dont il vient d'être question, pages 89-90), qui est rare chez l'homme, est très-commune sur le cheval (*Bulletin de la Soc. anatomiq.*, Paris, 1852, in-8°, p. 307). Cette généralisation suit les mêmes phases que celle des tumeurs dites cancéreuses; seulement en même temps qu'elle marche, a lieu parfois la production de granules mélaniques dans la trame des tissus divers, comme dans les cas de mélanose du tissu lamineux déjà indiqués.

1° ***Mélanose mélaïnique des tissus lamineux, fibreux et séreux et des tumeurs qui en dérivent.***

Dans tous les tissus qui ont pour éléments anatomiques les fibres lamineuses, on peut, dans certaines conditions séniles ou pathologiques, constater la production de la mélanose à des degrés divers d'intensité de la couleur. Les granules de la mélanine y reproduisent, à peu de différence près, les dispositions qu'elle offre normalement dans le tissu lamineux choroïdien. La pie-mère rachidienne présente souvent une teinte grise ou noirâtre dans les régions cervicale ou du bulbe, même chez les jeunes sujets, mais surtout sur les adultes et les vieillards; elle s'étend circulairement depuis le renflement brachial jusqu'à la protubérance en haut, et en bas elle descend parfois jusqu'au milieu de la région dorsale.

Cette coloration, qui est due à une multitude de petits points noirs très-rapprochés, n'est pas superficielle, mais occupe toute l'épaisseur de la pie-mère. Elle est plus fréquente chez quelques animaux domestiques que sur l'homme. Ollivier (d'Angers), qui le premier a décrit ces particularités, a déjà spécifié qu'elle ne dépend pas d'un état pathologique, mais est due à un dépôt de matière pigmentaire (*De la moelle épinière et de ses maladies*. Paris, 1827, 2ᵉ édit., in-8°, t. I., p. 30, et 3ᵉ édit., 1838, p. 36. Voy. aussi Valentin, *Verlauf und die letzten Enden der Nerven*. *Nova acta acad. Léopoldin*. Bonn., 1836, in-4°, t. 18, p. 1); ce

fait a depuis lors été indiqué nombre de fois, et de plus on l'a constaté, quoique plus rarement, dans l'arachnoïde (Cazenave, art. MÉLANOSE du *Dict. de méd.*, Paris, 1839, et 19, p. 343), dans la pie-mère encéphalique à la base du cerveau, etc. Ce peuvent être de petites taches, presque imperceptibles à l'œil nu, ou d'une teinte rendue plus ou moins uniforme par le rapprochement des premières.

Comme dans l'iris et la choroïde, qui, au point de vue de l'évolution embryogénique et de la composition anatomique, sont des membranes de même nature que la pie-mère, les granules mélaniques sont, quoi qu'on en ait dit, en partie libres, et en plus grande partie inclus dans l'épaisseur même des corps ou cellules fusiformes ou étoilés des fibres lamineuses. Souvent ces cellules sont devenues du double plus larges qu'à l'ordinaire, tout en conservant leur forme et leurs prolongements normaux, ou en devenant, soit arrondies, soit polygonales au point de ressembler d'abord à des cellules épithéliales irrégulières; mais on peut toujours, quoique plus ou moins facilement, voir les fibres lamineuses qui prolongent leurs angles. Comme dans les membranes normalement pigmentées aussi, les granules peuvent, d'une portion à l'autre du tissu, être nettement distincts, ou comme fondus, en colorant uniformément le tissu à la manière d'une substance tinctoriale, ainsi que cela a lieu dans les cheveux. Mais dans ce cas même l'acide sulfurique, en attaquant la substance des cellules, amène la mélanine à l'état de granules extrêmement fins. Que la coloration soit uniforme ou avec l'état granuleux, le noyau n'est jamais coloré et se dessine en clair vers le milieu des cellules, sauf les cas rares de replétion avec distension globuleuse dans lesquels le noyau est masqué. Souvent la vue de ce noyau conduit à distinguer des cellules dont le contour est en partie masqué par les éléments ou les granules ambiants. Comme dans la choroïde et surtout comme dans l'iris, parmi ces granules pigmentaires il y en a qui, polyédriques ou arrondis, atteignent un diamètre de 2 à 4 millièmes de millimètre. Mais c'est surtout parmi les granules qui siégent entre les éléments anatomiques eux-mêmes qu'on en trouve qui offrent ces particularités. Il en

est même qui, sphériques ou allongés, à bords un peu irréguliers, atteignent une longueur de 1 à 2 centièmes de millimètre. Ce sont ceux-là qui montrent le mieux la teinte sépia, un peu jaunâtre ou pourpre foncé, que présente souvent la mélanine, sans rien perdre de sa résistance à l'action des acides, etc.

Souvent indiquée dans le névrilème du nerf optique dans les cas de tumeurs noires de l'œil et de l'orbite, la mélanose a été vue sur les mêmes sujets depuis les degrés signalés ci-dessus, jusqu'au point où elle formait des épaississements et des tumeurs (1). Rokitansky et Virchow ont publié deux faits de ce genre dans lesquels il y avait des taches, des infiltrations ou des nodosités plus ou *moins grosses* dans la pie-mère et l'arachnoïde céphalo-rachidienne, les plexus choroïdes, la membrane ventriculaire, autour des racines nerveuses rachidiennes et encéphaliques, dans le ganglion de Gasser, etc., sans pénétrer la substance nerveuse des centres ni sortir par les trous de conjugaison.

Dans tous les cas dits de *mélanose infiltrée* ou *infiltration mélanique* (Laennec, Andral) et de *mélanose à l'état naissant* (Trousseau et Leblanc), lorsqu'il s'agit bien de mélanose mélaïnique de l'homme, du cheval, etc., ce sont des dispositions anatomiques de ce genre qu'on observe. On les constate dans la trame des séreuses, dans le tissu sous-jacent, dans les cloisons glandulaires, dans les intermusculaires jusqu'aux plus fines, sous la conjonctive, etc., soit que la coloration se présente avec la figure de petites taches stelliformes, de pétéchies, de traînées ardoisées ou noires, interrompues ou continues, etc., soit que les tissus ainsi atteints en reçoivent une coloration absolument noire, comme on le voit dans certaines cloisons glandulaires. On les constate aussi avec quel-

(1) Depuis Gohier (1813), Hurtrel d'Arboval (1825-1827), et Girard (cité par Laurens), les vétérinaires et les médecins (Laurens, *Essai sur la mélanose*, Paris, 1833, in-4, thèse n° 357, p. 20) ont, à diverses reprises, constaté la présence de la mélanose, dans le cas de généralisation de cette production sur le cheval, dans le canal rachidien, la pie-mère et l'arachnoïde encéphaliques et spinales sous forme de taches noires, etc. Halliday (1823) a vu de petites taches de matière noire sur le trajet des petits vaisseaux de la pie-mère de la base du crâne et sur les plexus choroïdes dans un cas de mélanose généralisée, mais leur nature anatomique n'a pas été déterminée.

ques différences secondaires dans les tumeurs dites *mélanose en masse* du cheval, à la composition desquelles les granules prenant pourtant une part plus considérable. Elles sont si souvent décrites, en raison de leur fréquence sur les chevaux blancs, qu'il est inutile d'en parler ici (1).

2° *Mélanose mélaïnique épithéliale.*

L'existence des granules pigmentaires est normale dans les cellules épithéliales de la face interne du système irido-choroïdien, de la couche profonde ou de toute l'épaisseur de l'épiderme du derme cutané et de celui des muqueuses dermo-papillaires. Elle est accidentelle sans être morbide dans l'épiderme des taches de rousseur et dans celui du derme épaissi qui forme les variétés de *nævi*, appelés SPILI, *grains de beauté* ou *signes*. L'exagération de la quantité du pigment normal est déjà morbide dans un grand nombre d'affections cutanées ; tel est le cas des verrues à épiderme pigmenté, et celui de quelques tumeurs dermiques, fibreuses ou autres (*Nævi vasculaires*, etc.), qui, bien que non pigmentées par elles-mêmes, amènent la production de granules mélaniques dans la couche de Malpighi ou dans toute l'épaisseur de l'épiderme.

La mélanose prend un caractère morbide évident quand les

(1) On a alors sous les yeux la structure des tumeurs dites : *mélanose simple ou pure*. Lebert en a décrit une ayant cette structure qui avait été enlevée par M. Desmarres sous la conjonctive oculaire (*Traité des maladies cancéreuses*, Paris, 1851, p. 840). De Graefe en a vu dans l'iris. Beaucoup d'ophthalmologistes en ont décrit qui sont considérées comme analogues, prises sous la conjonctive et même entre la choroïde et la sclérotique ; mais la détermination de leur nature n'est que rarement bien donnée. Dans deux tumeurs accompagnées d'accidents inflammatoires occupant l'une l'épaisseur de l'iris, l'autre celle du cercle ciliaire, d'un gris rougeâtre demi-transparent, très-vasculaires, molles, et présentant des taches noirâtres, celles-ci avaient la structure qui vient d'être indiquée. Le reste du tissu offrait une texture analogue à celle des *végétations* dites fongueuses ou gélatiniformes qui entourent les tumeurs blanches anciennes ou à celle des tumeurs dites fibro-plastiques à noyaux. Ces tumeurs m'ont été remises par M. Desmarres père. Sur le cheval, entre les fibres dans la matière amorphe de ces tumeurs, il y a de plus un certain nombre de leucocytes plus ou moins remplis de granules pigmentaires et parfois au point de constituer des globules granuleux absolument opaques larges de 1 à 2 centièmes de millimètre. Quant à la matière ramollie et même fluide des plus grosses tumeurs, elle ne se compose que de la matière amorphe devenue fluide tenant en suspension des granules, des leucocytes, quelques corps fibro-plastiques et des débris de fibres lamineuses.

granules pigmentaires se forment non plus seulement dans les cellules épithéliales, mais encore dans la substance des papilles et plus ou moins profondément dans le derme. Cette production, véritablement hétérotopique, s'observe souvent dans les *spili* et dans les verrues plus ou moins colorées en noir ou myrmécies, dans les verrues ou cors à longues papilles et à couche épidermique épaisse, peu saillantes, mais douloureuses à la pression sous la plante du pied, dans les verrues plus ou moins saillantes sur le scrotum et d'autres parties de la peau. Elle s'observe aussi, mais plus rarement, sur les nævi vasculaires pigmentés. Dans tous les cas, elle marque le début de l'altération du derme qui se continue sous forme d'épaississements en ces tumeurs qui sont dites *cancers ou cancroïdes cutanés*, *épithéliomas papillaires*, *cancer mélané ou tubéreux* d'Alibert, *cancer anthracine* de Jurine, etc., se produisant ensuite à la manière des autres épithéliomas dans les ganglions lymphatiques voisins, puis dans divers organes profonds. Comme phase intermédiaire, se présente celle où soit les verrues, soit les *spili* (par l'action de gratter que suscitent les démangeaisons dont ils sont cause ou accidentellement) sont égratignés, avec ou sans cicatrisations et ulcérations alternatives plus ou moins répétées.

C'est alors surtout que se produit l'épaississement épithélial ordinairement avec allongement des papilles, plutôt amincies qu'épaissies; ces phénomènes sont bientôt suivis de l'*envahissement* graduel du derme et des tissus sous-jacents avec ou sans ulcération, s'accomplissant de la même manière, qu'il y ait ou non pigmentation, et d'après le mécanisme physiologique suivant. A la partie profonde de l'épaississement épithélial, coloré ou non, ou au-dessous de l'ulcération, si elle existe, on trouve une couche blanchâtre ou grisâtre ou noire, suivant les cas; elle est homogène, assez friable, épaisse de 1 à 10 millimètres environ. Elle s'étend souvent plus loin que l'ulcère, sous la peau saine, au-dessous même des glandes sudoripares et des follicules pileux, et alors elle est quelquefois comme plissée, à coupe onduleuse, peu ou pas vasculaire du tout; elle se termine en s'amincissant insensiblement, ou entoure la masse d'épithélium quand celui-ci forme

des masses ou tubercules. Cette couche montre, dans sa partie profonde, 1° la production progressive de matière amorphe finement granuleuse entre les éléments des tissus voisins ou à leur place, à mesure qu'ils s'atrophient et disparaissent; 2° la genèse de noyaux dans cette matière amorphe, avec segmentation de celle-ci autour de ces derniers (d'où résulte la génération de cellules épithéliales), fait auquel on a donné le nom d'*infiltration* des éléments d'épithéliums dans la profondeur des tissus. Ces deux phénomènes élémentaires sont aussi la cause qui fait que les tumeurs épidermiques ou les tumeurs d'origine glandulaire, ulcérées, envahissent les tissus voisins ou sous-jacents. Souvent la substance homogène finement granuleuse est parsemée de noyaux devenus volumineux, pourvus d'un ou deux nucléoles brillants et entre lesquels se trouvent les granules mélaïniques, si la tumeur est colorée. La portion de cette couche, qui est tournée vers l'extérieur, est formée d'une quantité considérable de saillies papilliformes, dont la base est en continuité de substance avec la substance précédente, et dont le sommet est conique, plus ou moins aigu, ou au contraire renflé en massue. Leur largeur est de 1/10e à 1/2 millimètre, leur longueur est de 1 à 5 millimètres environ. Elles sont pressées les unes contre les autres et ne peuvent être isolées et reconnues que par la dilacération suivie de l'examen au microscope. Les plus petites, et celles qu'on prend à la périphérie de la couche qui s'étend sur la peau au delà de l'ulcération, sont formées de la même substance que leur base, et, comme elle, uniformément parsemées de noyaux dans toute leur étendue. Dans les autres, cette substance se segmente ou se partage, autour de chaque noyau comme centre, en cellules polyédriques ou allongées, fusiformes ou mieux bipyramidales, ayant tous les caractères de forme et d'aspect des cellules épithéliales du reste de la tumeur, sauf le noyau qui est le plus gros, et dont il existe quelquefois deux dans chaque cellule. C'est surtout à la surface de ces prolongements réguliers, papilliformes, qu'a lieu cette segmentation en cellules; et c'est elle qui, dans la portion ulcérée, fournit l'épithélium qui se desquame à mesure que l'ulcération gagne en profondeur. Dans d'autres saillies papilliformes, c'est au centre que

la segmentation en cellules est le plus évidente. Souvent cette segmentation s'étend à toute l'épaisseur de la couche dont ces saillies sont un prolongement, et l'on peut voir des points où ces portions segmentées tombent en quelque sorte en pulpe pulvérulente de cellules épithéliales noirâtres ou non, selon l'état de la tumeur. En même temps l'ulcère donne la sanie ordinaire, plus ou moins fétide, propre à cet ordre de lésions, et plus ou moins colorée en noir par des cellules, des granules pigmentaires libres et quelques hématies. Il est commun encore de trouver, soit au centre des saillies papillaires, soit dans la couche qui les porte, des cellules excavées et de nombreux globes épidermiques. Cette matière amorphe, parsemée de noyaux, prend une surface disposée en forme de papille et se segmente; en outre, à mesure qu'elle naît, elle s'étend sous la peau, sous les glandes pileuses et sudoripares, etc., en conservant sa disposition en couches à surface papillaire, et en se repliant sur elle-même en festons irréguliers. (Voy. Lorain et Ch. Robin, *Note sur le cancer des ramoneurs*, in *Moniteur des hôpitaux*, Paris, 1855, in-4°, t. III, p. 186 (1).

La généralisation consécutive fréquente de ces lésions consiste en la production au sein des ganglions voisins d'abord, puis avec le temps dans divers organes profonds (poumons, foie, séreuses, etc., etc.), de masses, petites ou grosses, enkystées ou non, dites parfois *métastatiques*, composées par un épithélium de même type que celui de la première tumeur cutanée et de texture semblable, ainsi que cela a lieu aussi lors de la généralisation des tumeurs d'origine glandulaire (Ch. Robin, *Sur une altérat. du tissu propre de la mamelle*, in *Comptes rendus des Séances de l'Acad. des Sc. de Paris*, 1855, in-4°, p. 332, et *Gaz. des hôpitaux*, Paris, 1855, in-fol., p. 422).

(1) Ces tumeurs offrent du reste, de l'une à l'autre, toutes les variétés de siége, de disposition intérieure et de consistance qu'on rencontre sur les épithéliomas en général et peuvent devenir plus ou moins grosses, avant de s'ulcérer en distendant et amincissant plus ou moins la peau qui laisse entrevoir leur couleur. J'en ai vu qui offraient la structure des *tannes* à paroi épaisse, noire, papilleuse à sa face interne, avec un contenu pulpeux, friable, un peu sec, du noir grisâtre au noir le plus intense, composé de cellules agglomérées les unes avec un noyau, les autres sans noyau et rendues tout à fait opaques par les granules pigmentaires ayant de $0^{mm},001$ à 0,004 qui les remplissaient.

Ces tumeurs profondes ou cutanées de production consécutive, sont elles-mêmes plus ou moins pigmentées que la première, soit en totalité, soit seulement dans une partie de leur masse.

Les faits dont il vient d'être parlé sont de l'ordre de ceux dont Wardrop (1815), Norris (1820), Schilling (1831), Williams (1833) et surtout Pagett, Cazenave (1839) et leurs successeurs ont parlé en tant que mélanoses provenant de *nævi*, signes et verrues irrités, dégénérés, hypertrophiés, s'étant généralisées, qu'il y ait eu ou non ablation du produit original.

Les tumeurs épithéliales papilliformes pigmentées, qui ont ainsi pour point de départ évolutif et de leur généralisation des verrues colorées et des nævi, représentent à peu près la moitié des cas de mélanose observés.

Mais ces tumeurs sont de nature épithéliale et il faut se garder de croire, contrairement à ce qu'avance Virchow (*Tumeurs*, t. II, p. 225), qu'elles sont sarcomateuses, c'est-à-dire fibro-plastiques ou de la nature du tissu cellulaire, et que les *espèces de verrues et de nævi* dont il a été question plus haut, se transforment en sarcomes pigmentés ou non *sous l'influence des irritations locales, des exanthèmes, de la variole, etc.*

Quant à l'autre moitié des cas observés et qui est sensiblement la plus considérable, elle comprend ceux dans lesquels la tumeur originelle a pour point de départ quelque partie du globe oculaire ou la peau de la région orbitaire. Tout ce qui a été dit plus haut s'applique aussi à celles de ces tumeurs qui ont pour point de départ la peau du sourcil et de la conjonctive.

Quant à celles qui se produisent dans l'orbite, presque tous les auteurs s'accordent à reconnaître avec Lebert, etc., que les plus communes naissent hors du globe oculaire. C'est aussi ce qui résulte des faits que j'ai pu observer. Lebert et Virchow citent des cas dans lesquels, après avoir pris un volume plus ou moins considérable en arrière de l'œil, elles ont perforé la sclérotique et pénétré dans la cavité plus ou moins avant. Les plus nombreuses de ces tumeurs intra-orbitaires, mais longtemps ou toujours extra-oculaires, adhèrent à l'enveloppe du nerf optique ou à la sclérotique. Elles peuvent siéger sous la conjonctive autour de la cornée, en

s'avançant ou non au devant de celle-ci, ou plus ou moins loin de cet organe. Elles peuvent aussi envahir la conjonctive ou débuter dans son épaisseur.

Dans l'un et l'autre cas, mais surtout dans le premier au-dessous de l'enveloppe fibreuse (non perforée et restée blanche du nerf optique), la surface de celui-ci est parfois noircie par des granules libres et par d'autres inclus dans des corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés analogues à ceux dits de la *lamina fusca.*

Quant aux tumeurs intra-oculaires pigmentées, on peut les trouver adhérentes à la sclérotique seulement et repoussant vers la cavité du globe les autres membranes. Plus souvent elles occupent l'épaisseur de la choroïde seule avec ou sans adhérence à la sclérotique et plus rarement à la rétine également. Quand elles sont encore peu volumineuses, on constate que l'épithélium de la choroïde passe au devant d'elles, ainsi que J. V. Hulke l'a vu le premier. J'ai vu une tumeur de ce genre enlevée par M. Sichel qui occupait les deux tiers antérieurs de la cavité oculaire, y compris la chambre antérieure, et englobant le cristallin sans laisser trace des procès ciliaires ni de l'iris, bien que la sclérotique et la choroïde fussent intactes. Toutefois le plus grand volume des cellules épithéliales de celle-ci était remarquable. Beaucoup de ces cellules contenaient des gouttes huileuses brillantes. Ce produit avait été précédé de petites tumeurs sous-conjonctivales, non pigmentées, péri-cornéales, qui avaient été enlevées quatre fois avec cicatrisation régulière consécutive. Un pédicule formé par la rétine atrophiée allait de l'entrée du nerf optique à l'arrière de la tumeur.

Quand la tumeur, quel que soit son siége intra-oculaire, ne remplit pas la cavité, on trouve la rétine décollée par un fluide noirâtre et repoussant plus ou moins le corps vitré. Ce liquide contient des granules pigmentaires et souvent des hématies et des granules d'hématosine. Il contient surtout nombre de cellules épithéliales pigmentées, hypertrophiées, dont certaines atteignent jusqu'à un dixième de millimètre d'épaisseur. Beaucoup n'ont plus de noyau. Elles sont sphéroïdales ou ovoïdes, pré-

sentant parfois une saillie conique sur un point de leur surface. Elles sont creuses et la rupture en fait écouler le contenu liquide et granuleux. Les moins pleines laissent voir le mouvement brownien de leurs plus petits granules avant la rupture. Beaucoup de ces derniers, d'un noir brunâtre, rougeâtre ou jaunâtre, atteignent un volume de $0^{mm},012$ et sont ou non accompagnés de gouttes graisseuses.

De la choroïde, il n'y a de détruit que la portion à laquelle adhère la tumeur, et celle-ci reste en quelque sorte pédiculée, lors même qu'elle remplit et au delà le globe de l'œil. La face interne de la choroïde restée à peu près intacte est tapissée de cellules analogues aux précédentes, plus ou moins grosses, avec des gouttes huileuses; mais leur forme polyédrique est conservée. Dans les cas de glaucome et autres affections de l'œil avec décollement rétinien, on trouve un liquide brun ou noir contenant des cellules telles que les précédentes.

Quand ces tumeurs arrivent à remplir la cavité oculaire, elles font disparaître la rétine par atrophie, repoussant le cristallin vers la cornée, amincissent celle-ci ou la sclérotique vers leur jonction commune et les détachent l'une de l'autre. Parfois c'est la sclérotique qui est amincie et perforée plus ou moins loin de la cornée sur un ou plusieurs points. Dans ce cas la tumeur sort et soulève la conjonctive, dans l'autre elle fait directement saillie hors de l'œil. Elle se développe alors plus ou moins vite au dehors sous forme de champignon, source d'hémorrhagies fréquentes.

Indépendamment des perforations précédentes ou en même temps qu'elles ont lieu, des traînées de mélanine, ou le tissu de la tumeur se propagent par les orifices qui laissent passer les tubes nerveux du nerf optique et amènent à des degrés variables l'épaississement et la pigmentation de celui-ci, sans colorer son enveloppe fibreuse. La propagation du tissu accidentel pigmenté partout ou par places peut se faire ainsi jusque dans la dure-mère, la cavité du crâne et le cerveau; elle amène alors en général la mort avant qu'il y ait généralisation du tissu dans le reste de l'économie. Dans le cas contraire, il y a production successive d'un tissu

accidentel semblable, en masses plus ou moins grosses, partiellement ou totalement pigmentées dans la peau et divers organes, comme dans les cas dits de *diathèse cancéreuse*. Il n'y a presque pas d'organes dans lesquels on n'en ait trouvé. J'en ai vu jusque dans la tunique externe de l'aorte thoracique, le cœur, etc.

La gravité des tumeurs mélaniques oculaires, au point de vue de la rapidité de leur propagation aussi bien que de l'intensité de leur généralisation, a depuis longtemps été notée par tous les chirurgiens (1).

Ces tumeurs, dont l'apparition marque les premiers termes de la généralisation, peuvent aussi se produire sur la sclérotique, plus ou moins loin de l'adhérence de la tumeur interne, ainsi qu'en dehors de la gaîne du nerf optique, contre elle, que ce nerf soit lui-même envahi ou non et que la tumeur ait ou non fait issue hors de la cavité oculaire.

J'arrive maintenant à l'indication de la composition anatomique et de la texture de ces tumeurs qui permet d'en déterminer la nature. Disons de suite qu'elles sont de même nature et de texture analogue à celle des tumeurs pigmentées se produisant primitivement dans la peau, ayant pour point de départ les verrues, les nævi, etc., dont il a déjà été question (p. 98). Ici la comparaison de la structure des tumeurs primitives à celles qui se produisent successivement en divers points de l'économie dans les cas de généralisation et l'observation directe me force à me mettre en opposition formelle avec Virchow, Billroth et leurs imitateurs, lorsqu'ils affirment que ces produits sont des *tumeurs sarcomateuses* ou *fibro-plastiques pigmentées*, c'est-à-dire des

(1) Au nombre des exemples de cette génération progressive de ce tissu accidentel dans des parties plus ou moins éloignées de l'œil, il en est qu'il faut citer spécialement : ce sont ceux dans lesquels il s'en produit hors de l'œil en même temps que dans sa cavité ou plus ou moins longtemps après. Cette production peut avoir lieu contre la face externe de la sclérotique au niveau de la tumeur interne, sans que la tunique fibreuse soit perforée alors même que les deux tumeurs noires lui adhèrent fortement. J'ai observé un cas de ce genre sur un œil envoyé par M. Desmarres père, dans lequel la tumeur externe était plus grosse que la tumeur interne qui remplissait seulement le quart de la cavité du globe, et bien que toutes deux eussent la même composition anatomique, cette dernière était seule noire, surtout vers son centre, et l'externe était grisâtre, sans granules pigmentaires.

tumeurs dérivant du tissu connectif ou lamineux, et lorsque, par suite, ils disent que les *sarcomes mélaniques* ou *mélano-sarcomes* sont plus fréquents que les *cancers mélaniques* ou *carcino-mélanomes* qui seraient très-rares.

Cela n'est vrai que pour le cheval, mais absolument faux pour l'homme (1). L'emploi de trop faibles grossissements et d'autres particularités encore sont cause de cette confusion, comme de celle qui a fait croire à la transformation des verrues et des nævi en sarcomes (voyez ci-dessus, p. 98). Je ne sais sur quelles données repose l'hypothèse de Virchow sur la provenance des *mélanoses orbitaires* extra-oculaires aux dépens du tissu graisseux de l'orbite, mais elle n'est pas plus admissible que les autres, car ces tumeurs ont la même structure que celles qui naissent dans l'œil.

Or ces tumeurs sont de nature épithéliale à surface papillaire, comme celles dont il a été question plus haut (p. 96), qu'elles soient ou non pigmentées plus ou moins fortement, par places seulement ou dans toute leur étendue. Cette particularité se voit sur celles qui sont intra-oculaires comme sur celles qui sont extra-scléroticales. Tant que leur surface n'a pas été trop exposée à l'air ulcérée et siége d'hémorrhagies, elle se montre chargée de papilles plus ou moins longues, mais très-généralement coniques, à sommet pointu. On voit de plus que ces papilles sont formées par la juxtaposition immédiate de cellules épithéliales bi-pyramidales dont les extrémités assez aiguës sont dirigées parallèlement au grand axe des papilles. Elles ont un ou deux noyaux ovoïdes, clairs, non grenus, avec un ou deux nucléoles brillants, plus

(1) Il n'y a de tumeurs dérivant du tissu lamineux ou ayant ce tissu pour trame que celles dont il a été question plus haut (p. 93 et suiv.). L'assertion précédente repose sur un fait dont m'ont convaincu des observations répétées et l'étude attentive des descriptions et des figures publiées sur ce sujet. En réalité les auteurs auxquels je viens de faire allusion ont pris pour des cellules ou corps fibro-plastiques fusiformes du tissu lamineux les cellules épithéliales de la variété bipyramidale qui sont les éléments anatomiques de presque toutes les tumeurs épithéliales papillaires, pigmentées ou non, des régions sourcilière, palpébrale, de la conjonctive et de l'intérieur de l'œil, communément dites *tumeurs cancéreuses* et *cancroïdes orbitaires et oculaires*.

ou moins gros selon les cas. Cette juxtaposition des cellules ainsi configurées se voit jusque dans la couche commune du tissu morbide, au-dessus de laquelle s'élèvent les papilles, ou avec laquelle se confond leur base. On la suit jusqu'à une profondeur qui, d'une préparation ou d'une tumeur à l'autre, varie de quelques dixièmes de millimètre à 3 ou 4 millimètres. Au delà on ne trouve plus qu'une masse homogène de substance finement grenue, du même aspect que celle des cellules et parsemée de noyaux semblables aux leurs ou plus petits. En examinant cette substance pour remonter vers le sommet des papilles, on arrive à voir les points où les sillons de segmentation qui la délimitent et l'individualisent en cellules commencent à se montrer, puis enfin on retrouve les cellules dont il vient d'être parlé. Celles-ci, de même que cette substance, sont parsemées de granules pigmentaires, en général fins, d'autant plus abondants que la tumeur est d'une coloration brunâtre ou noirâtre plus foncée.

Il n'y a là aucun vaisseau ni tissu lamineux, mais plus profondément on voit que la matière épithéliale, non encore ou déjà segmentée en cellules, forme des masses lobulées ou des couches repliées sur elles-mêmes en festons (comme il a été dit à la p. 97), entre lesquelles sont de minces cloisons de tissu lamineux vasculaire, à vaisseaux souvent assez gros et à parois minces. Dans ces cloisons il y a parfois, mais non toujours, beaucoup d'éléments à l'état de corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés analogues à ceux de la choroïde. Il y a de plus quelquefois, mais non dans tous les cas, des granules pigmentaires tant libres qu'inclus dans les cellules fibro-plastiques.

Indépendamment des faits précédents qui démontrent la nature épithéliale de ces tumeurs, il faut ajouter que les cellules des papilles résistent bien plus à l'action de l'acide acétique que les éléments du tissu lamineux pigmenté ou non. Il faut de plus, à un autre point de vue, ajouter aussi que la très-grande majorité de ces tumeurs oculaires, sinon toutes, se généralisent à la manière des autres tumeurs ayant pour élément fondamental les épithéliums et dites cancéreuses; or celles-ci diffèrent, comme on le sait, en plus d'un point des tumeurs fibro-plastiques qui récidi-

vent plus sur place qu'elles ne se généralisent. Enfin les tumeurs incontestablement reconnues comme offrant ces caractères anatomiques et physiologiques dans la région sourcilière, offrent ces mêmes cellules épithéliales bi-pyramidales, juxtaposées en papilles coniques aiguës, et les autres particularités de texture susmentionnées, sauf la présence des granules pigmentaires.

Quant aux tumeurs qui se produisent successivement dans la peau, le foie, le poumon, le pancréas, la mamelle, la thyréoïde, les glandes salivaires, etc., les muscles rouges, les fibres musculaires du cœur et ses tuniques séreuses interne et externe, les tendons, le périoste, les néo-membranes, les os spongieux, les poumons, les reins, les ovaires, la tunique externe des artères, les parois des veines, la muqueuse utérine (Blasius), les muqueuses vésicale (Peulevé), et autres, etc., etc., lorsque leur siége permet à la vie de se prolonger suffisamment, on retrouve au moins à la superficie de chacune d'elles la structure de la tumeur primitive, pourvu que le ramollissement dont elles deviennent le siége, quand elles atteignent un certain volume, ne s'étende pas à toute leur épaisseur. Le type de cette structure diffère selon que la tumeur originelle a eu pour point de départ les papilles cutanées en général, ou mieux l'épiderme sus-jacent, ou si, au contraire, elle s'est produite dans le sourcil, la paupière, la conjonctive, la choroïde ou la cavité orbitaire. Ce type diffère encore lorsque, dans les cas également confondus sous le nom de *cancer*, cette production successive de tumeurs a eu pour point de départ telle ou telle glande primitivement affectée.

Ces tumeurs peuvent être colorées partiellement, ou en entier, du gris brunâtre au noir le plus intense. Lorsque la coloration est partielle, ces teintes tranchent plus ou moins sur l'aspect dit *encéphaloïde* que présente souvent le reste de la tumeur. Elles ont aussi la consistance propre aux tumeurs de cette sorte, d'où Blasius a proposé de les appeler *adénoïdes* et non *mélaniques*. La surface de la tumeur ou chacun de ses replis en forme de lobules ou de festons plus ou moins réguliers, ont la structure papillaire décrite plus haut, à saillies formées de cellules fusiformes ou mieux bi-pyramidales, quand la première est d'o-

rigine orbito-oculaire et plus ou moins régulièrement polyédriques, quand les nævi, les verrues de la surface du corps ou de la plante du pied en ont été le point de départ.

Au-dessous, cette disposition cellulaire se prolonge plus ou moins profondément vers le centre de la masse d'une tumeur à l'autre. Là, les cellules sont généralement bien plus grandes que celles qui sont juxtaposées. En même temps, elles sont devenues irrégulièrement *polygonales*, avec ou sans prolongement des angles, plus ou moins chargées de gouttes graisseuses, ce qui les éloigne souvent beaucoup du type qu'elles ont présenté lors de leur délimitation en cellules par segmentation de la masse ou couche dont elles dérivent. Cela est surtout très-prononcé dans les tumeurs ramollies. Quand le ramollissement va jusqu'à la fluidité complète avec plus ou moins de viscosité (observations de Lancereaux, Peulevé, etc.), les cellules sont souvent fort rares dans la matière fluide contenant les granules mélaniques. Il est de ces tumeurs dans lesquelles la partie profonde reste formée de noyaux plus ou moins volumineux inclus dans la matière épithéliale, pigmentée ou non, finement grenue, amorphe, c'est-à-dire non encore segmentée en cellules. Celles-ci sont parfois dites *nucléaires*, parce que les éléments figurés qui les composent sont alors surtout des noyaux libres; ces derniers sont réellement flottants dans une matière demi-liquide, lorsque la masse est ramollie. Mais dans ces *tumeurs nucléaires* même, la partie centrale offre seule cette disposition, tandis que la surface est papilleuse.

Ici encore, les cloisons lamineuses interlobulaires, pigmentées ou non, sont seules vasculaires, mais parfois le sont à un haut degré. Tous ces faits concernant la constitution et l'évolution des tumeurs généralisées ou de formation successive, les caractères propres de leurs éléments anatomiques, leur mode de génération et d'évolution, qui sont les mêmes que ceux des épithéliums en général, montrent encore que ces tumeurs, qui sont manifestement les plus communs des mélanomes humains, ne sont pas des tumeurs sarcomateuses ou fibro-plastiques.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Sur la structure des circonvolutions du cerveau et sur ses différences locales, suivi de corollaires anatomo-pathologiques, par Th. Meynert, prosecteur à l'hôpital des aliénés de Vienne. (*Der Bau der Grosshirnrinde und seine œrtlichen Verschiedenheiten, nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium.* Neuwied, 1869, in-8°, mit 5 Tafeln. Aus der *Vierteljahrsschrift für Psychiatrie.*)

Ce travail est le plus complet de ceux qui ont été publiés jusqu'à présent sur la structure des circonvolutions cérébrales, et qui donne les meilleures figures des principales dispositions et variétés des éléments qui entrent dans leur composition. Il est appuyé par des comparaisons anatomo-pathologiques, et par celles de la structure des circonvolutions de l'homme à leurs analogues chez divers mammifères.

Ne pouvant donner la traduction complète de ces recherches, nous devons nous borner à en reproduire les principales conclusions.

1° Les circonvolutions cérébrales renferment comme parties constituantes fondamentales de leur couche grise superficielle, trois formes de cellules : 1° Des cellules pyramidales de volumes variés ; 2° de petites cellules irrégulières ; 3° des cellules fusiformes.

2° Leur couche superficielle ou corticale (comme le crochet de la circonvolution de l'hippocampe), consiste uniquement en cellules pyramidales avec la substance amorphe interposée. Tout trouble violent du mouvement, comme l'épilepsie, les convulsions épileptiformes, etc.., est constamment lié à une altération de cette circonscription superficielle des circonvolutions (système d'association).

Les circonvolutions à cinq couches représentent le type général de ces organes. Ces couches parallèles à la superficie des circonvolutions, sont du dehors au dedans : 1° Une couche de substance amorphe avec quelques petites cellules pyramidales éparses ; 2° une rangée dans laquelle prédominent des cellules pyramidales, de volume moyen, plus grosses que les premières, avec un peu de matière amorphe interposée ; 3° une couche de matière amorphe, contenant de grosses cellules pyramidales à cinq faces, généralement peu nombreuses ; 4° une couche de petites cellules irrégulières rapprochées les unes des autres (couche granuleuse) ; 5° une couche de petites cellules fusiformes. Dans ces deux dernières couches et dans leurs subdivisions, quand elles sont secondairement dédoublées, ces éléments sont

en général séparés en colonnes, prismes ou lamelles perpendiculaires au plan des couches par des cloisons formées par la juxtaposition des cylindre-axes venant des cellules précédentes ; on peut constater que les petites cellules pyramidales envoient leurs cylindre-axes surtout du côté de la substance blanche, dans laquelle ils pénètrent pendant que celles d'un moyen volume les envoient du côté de la superficie des circonvolutions (Meynert). Les deux dernières couches et leurs subdivisions sont les plus riches en capillaires, entourés de leur gaine lymphatique. Au-dessous commence la substance blanche, par une lamelle encore un peu grisâtre. C'est surtout cette dernière couche qui renferme les myélocytes (*couche ou formation granuleuse*), qui abondent surtout dans les circonvolutions du cervelet. Elle montre déjà beaucoup de tubes blancs ou médullaires, d'abord isolés et à peu près parallèles à la surface des circonvolutions.

La subdivision des deux ou trois dernières couches, par accumulation de leurs éléments, que sépare plus ou moins nettement de la matière amorphe prédominante dans leurs intervalles, peut porter à huit le nombre des couches totales de certaines circonvolutions, comme dans la grande circonvolution du corps calleux et dans l'extrémité postérieure du lobe occipital. Dans les circonvolutions à surface blanche, en raison de ce qu'elles sont formées par involution ou renversement de la substance grise en dedans ou dans le plan médian de l'organe, comme la corne d'Ammon, l'on retrouve les cinq couches précédentes de chaque côté de ce plan médian, mais seulement avec quelques différences d'épaisseur, ou même l'une peut s'éteindre d'un côté. La cinquième couche, devenue extérieure, est recouverte d'une sixième couche formée d'une mince pellicule de substance blanche, qu'on retrouve aussi sur le *septum lucidum* et le lobe olfactif.

3° Toute partie corticale qui est directement le lieu du centre d'arrivée des tubes nerveux sensitifs, comme le lobe olfactif, est constituée par une accumulation des petites cellules irrégulières, dont la rétine est un organe d'étalement plus étendu. Le type des circonvolutions à huit couches représente un étalement plus feuilleté encore de ces éléments, mais on ne sait encore avec quel organe extérieur sont reliées ces circonvolutions.

4° Les cellules fusiformes sont par leur forme et leur situation indépendantes de la distribution des fibres propres à chaque circonvolution.

5° La couche corticale au sommet de la convexité des circonvolutions, est en grande partie composée d'une accumulation de cellules fusiformes indépendantes; la partie médullaire correspondante montre une richesse prépondérante en fibres propres. La circonscription corticale ci-dessus est en connexion organique avec les organes des sens supérieurs, en ce qui concerne l'appréciation des différentes couleurs, ainsi que le montrent les lésions morbides.

6° Le plus faible développement de cette circonscription corticale se trouve, chez l'homme, dans le lobe olfactif.

7° Le plus haut degré du développement de cette disposition de la circon-

scription corticale indiquée se rencontre, sur l'homme, vers l'*organe central du langage dans l'insula.*

8° La structure particulière du lobe olfactif est un exemple des correspondances qui existent, quant à la structure des circonvolutions et celles des divers organes périphériques auxquels elles sont reliées.

9° Quoique l'*avant-mur* (*rempart ou noyau rubané cérébral*) et le noyau amygdalin de la couche optique par contiguïté, se présentent comme une unité morphologique, en raison des éléments anatomiques qui les composent et de la liaison de ceux-ci avec les fibres propres de l'écorce; quoique les parois de la scissure de Sylvius soient constituées d'une manière analogue, la comparaison anatomique montre que l'avant-mur, à l'opposite du noyau amygdalin, renferme une masse cellulaire complétement indépendante; lorsque les changements de cette masse sont liés aux changements de son fonctionnement, il doit y avoir à l'intérieur des circonscriptions circonvolutionnaires de constitution semblable, des différences fonctionnelles correspondantes, qui peuvent être indépendantes des dispositions spécifiques qui, dans les organes extérieurs, correspondent à telle et telle circonvolution.

10° L'uniformité de superposition en couches des éléments probablement moteurs et des éléments probablement sensitifs, satisfaisant aux nécessités de l'accomplissement d'un rôle aussi étendu que celui du cerveau, peut laisser derrière elle un postulat pour la psychologie physiologique; surtout quand on songe qu'elle implique les vérifications sensorielles, les inductions, etc., aussi bien que le goût, le toucher, etc., la détermination du temps et de l'espace, qui représentent autant d'actes impliqués dans le fonctionnement des circonvolutions. Mais si rien n'est plus simple, quant à la composition et à la superposition des éléments cérébraux, rien n'est plus varié quant à leurs dispositions spéciales. Celles qui représentent les centres de mouvement sont toujours à côté de celles qui sont des centres de sentiment.

Ce fait montre que c'est dans l'élément et non dans la morphologie qu'est la réalité, que les notions de temps et d'espace sont subjectives pour l'homme, sensorielles pour les animaux, qui ne jugent que d'après leurs besoins et leurs cinq sens, et qui se jettent contre les vitres ou les glaces, quand ils se guident sur les sensations seulement.

A ces conclusions sur la correspondance constante des relations entre les sensations et les mouvements, il faut ajouter la coexistence tout à fait vraisemblable des éléments moteurs et des éléments sensitifs dans les circonvolutions, de telle sorte que l'uniformité de la superposition en couches dans tous les départements cérébraux donne la vérification la plus étendue de ce fait, que, toujours avec une différence locale est en liaison un reflet sensoriel (fonctionnel).

ROBINSKI. *La substance cimentaire, d'après la réaction de l'azotate d'argent.* Recherches microscopiques et microchimiques (*Die Kittsubstanz auf Reaction des Argentum nitricum. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen*, von Doctor Robinski. *Archiv für Anat. und Physiol.* Berlin, 1871, in-8°, Heft 2.)

ANALYSE, PAR M. LE DOCTEUR RABUTEAU.

Nous ne ferons que donner ici les conclusions des recherches expérimentales et bibliographiques très-complètes que renferme ce mémoire. Ces recherches ne font que confirmer les faits toujours constatés en France par ceux qui, dirigés par les données de la science et sachant tenir compte de tous les ordres de caractères physiques, chimiques, etc., des corps bruts ou organisés, apprennent à observer ce qu'ils ont chaque jour sous les yeux plus qu'à s'incliner devant ce qu'ils peuvent copier ou traduire, plus aussi qu'à soutenir comme vraie telle ou telle hypothèse qui les séduit, en attendant qu'une autre vienne, sans plus de raisons, se substituer à la première. Au fond, les résultats obtenus par l'auteur sont purement d'ordre critique, mais ils ramènent les descriptions de divers tissus à plus de simplicité; ils rendent aux interprétations de leur aspect sous le microscope une exactitude que l'inexpérience en dioptrique leur a seule fait perdre. Ne pas attribuer au tissu observé ce qui appartient soit au réactif qu'on doit souvent lui ajouter, soit à ses produits de décomposition, est une règle si élémentaire et si ancienne qu'il semble impossible qu'on ait jamais pu omettre d'en tenir compte. Il est pourtant commun de voir ceux qui considèrent les questions de méthode comme peu importantes décrire, comme dispositions naturelles propres aux tissus et aux éléments anatomiques, les modifications qu'ils leur ont fait subir, et y joindre en outre la supposition que tel ou tel rôle doit être attribué à ce produit de l'art. Il est donc fort utile de connaître les résultats dont il est ici question, d'autant plus qu'ils sont fondés sur un meilleur emploi des procédes mêmes qui avaient été le point de départ des hypothèses dont ils infirment la validité.

Nous voyons d'après ce qui précède, dit Robinski en parlant de ses observations, que tous les tissus animaux sont brunis et noircis, d'une manière diffuse, par les sels d'argent qui se précipitent si facilement. Cet effet n'a rien de *remarquable* pour quiconque sait ce que c'est que le nitrate d'argent; ce qu'il y aurait au contraire de *remarquable* ce serait qu'il n'en fût pas ainsi (1).

On ne peut expliquer que par les lois physiques de l'optique certaines apparences, tels que les contours limites des cellules épithéliales, ceux des fibres

(1) Du moment où l'on connaît la diffusion des chlorures alcalins dans les tissus animaux. (Rédaction.)

du cristallin, etc. Mais on ne peut admettre pour cela qu'il se passe des réactions chimiques particulières et *remarquables*, ni prouver par ce moyen l'existence de substances chimiques nouvelles dans l'organisme.

Si la méthode d'argentation ne permet pas de démontrer l'existence d'une *substance cimentaire* particulière, elle n'en est pas moins bonne, pas moins appropriée comme moyen de démonstration et de recherches, et, pour ma part, je puis recommander l'emploi du nitrate d'argent pour mieux faire distinguer et mieux faire ressortir les épithéliums et les fibres du cristallin. Mais il va de soi que, dans l'emploi de ce moyen, il faut des précautions et de l'usage.

La *substance cimentaire*, admise par Rollet, et rendue évidente, dit-on, par des réactions chimiques particulières, ne peut être admise dans le sens donné par Kuhne; en d'autres termes, il n'existe, ni entre les épithéliums, ni dans le tissu connectif, etc. aucun *ciment* (*Kittsubstanz*), comme l'acceptent Kuhne et Von Recklinghausen, substance qui aurait la propriété caractéristique et *remarquable* d'être *colorée en noir* par l'azotate d'argent (1).

On ne peut démontrer, à l'aide du nitrate d'argent, l'existence, dans le tissu connectif, d'un système séreux particulier de canaux qui s'étendraient au delà des artères, des veines et notamment des lymphatiques, et dont le parcours serait démontré par les immersions dans les solutions argentiques comme par les *meilleures injections*.

On voit, après l'emploi du nitrate d'argent, apparaître dans la cornée des lacunes claires au milieu de la masse colorée. Ces lacunes apparaissent comme un réseau présentant plusieurs centres nucléaires d'où partent des rayons nombreux s'avançant à une distance assez considérable; elles n'ont pas seulement de la longueur et de la largeur, mais on leur trouve encore une épaisseur mesurable. Elles ne sont pas aussi profondes que larges; elles sont par conséquent aplaties dans un sens perpendiculaire à la surface de la cornée, et il faut les considérer comme des cavités, des espaces vides au milieu de la substance fondamentale qu'on a colorée en noir et qui forme la cornée. La solution argentique ne permet pas de nous éclairer d'une manière certaine sur la signification ni sur la manière dont prennent naissance ces lacunes.

Les apparences qui se produisent dans la cornée ont été invoquées comme l'une des principales preuves de l'existence de *canaux nourriciers* (*canaux plasmatiques. Saftkanälchen*) dans le tissu connectif. On a invoqué aussi ces apparences à l'appui de l'existence des vaisseaux lymphatiques et de la théorie microchimique relative à la *substance cimentaire*. Mais d'autres observateurs viennent de se prononcer contre les images argentiques produites dans la

(1) Sur l'absence du prétendu ciment intercellulaire (*Kittsubstanz*), voyez Ch. Robin, article ÉPITHÉLIUM; *Dictionn. d'hist. naturelle* de D'Orbigny, 2e édit., Paris, 1867, in-8°, t. V, p. 578; *Des éléments anatomiques*, Paris, 1868, in-8°, p. 106; *Sur l'épithélioma des séreuses; Journ. d'anat. et de physiol.*, Paris, 1869, in-8°, p. 260); *Traité du microscope*, Paris, 1871, in-8°, p. 310, 416 et 417. (Rédact.)

cornée. Quant à moi, d'après mes recherches, je me range sur ce sujet à l'avis de Recklinghausen, et j'accorde volontiers tout ce qu'on peut accorder à cet observateur et à la méthode qu'il a introduite ; mais je m'élève de même, avec énergie, contre tout ce qui est contraire à la réalité et à la vérité (1).

On voit, en effet, se produire sur un verre propre, recouvert d'une solution d'azotate argentique, les apparences de *canaux plasmatiques*, de *vaisseaux lymphatiques* et de *réseaux polyédriques*. Si l'on veut s'en donner la peine, on peut à chaque instant se convaincre de ce fait ; on réussit encore mieux en se servant de papier buvard, d'après le précepte de Recklinghausen. On voit, d'après cela, ce qu'il faut penser de cette apparition de lymphatiques après l'immersion d'une préparation.

En ce qui touche la démonstration de ces lymphatiques par l'action des sels d'argent, en ce qui concerne les figures ainsi obtenues de masses fondamentales avec interposition de trajets ou lignes claires, *ces préparations et figures si probantes se laissent démontrer aussi nettement sur une lame de verre très-propre*, aussi sûrement et avec autant de netteté que d'après le procédé de von Recklinghausen. Si, en effet, on prend un verre porte-objet absolument propre, si sur lui on étend un papier à filtrer imbibé de solution argentique, on obtient, sous l'influence de la lumière, après l'enlèvement du papier, les figures les plus belles, telles que celles des lymphatiques et des prétendus canalicules plasmatiques qui ont été décrits et figurés par von Recklinghausen et copiées partout.

Les coupes minces de tendons, traitées par l'eau de chaux ou de baryte, se réduisent, d'après Rollet, en fibrilles isolables, parce que la *substance cimentaire* se trouvant entre elles a été dissoute par ces agents. Cette *substance cimentaire* (*Kittsubstanz*) des tendons est considérée par Kühne comme identique à la *substance cimentaire* des épithéliums, dont non-seulement l'existence est hypothétique, mais tout à fait infirmée. Cette substance *caractéristique et remarquable* devrait au moins, si elle existait, être imprégnée par la solution d'azotate d'argent et noircir sous l'influence de la lumière. Or, non-seulement on ne parvient pas à voir cette prétendue *substance cimentaire*, mais tout, dans le tissu, est teint de la même manière, et, à cet égard, la *méthode microchimique* n'apporte pas les preuves et l'appui qu'on lui attribue.

Quant aux fibres lisses des muscles viscéraux, dont Kühne dit, qu'indépendamment du tissu connectif il existe entre elles un *élément accessoire*, c'est-

(1) Voyez sur ces sujets : ROBINSKI, *Recherches microscopiques sur l'épithélium et sur les vaisseaux lymphatiques capillaires* (*Archives de physiol.*, par Brown-Séquard, Charcot et Vulpian. Paris, 1849, in-8°). — Voyez, sur la non-existence de ces lymphatiques interstitiels du tissu lamineux, etc., Sappey, *Traité d'anatomie*, Paris, 1869, in-8°, t. II, 2e édit., et Ch. Robin, article LAMINEUX (*Dict. encyclopédique des sciences médicales*, 1868, in-8, et article LYMPHATIQUE (*Ibid.*, 1870, p. 390, 393, etc.). — Rédaction.

à-dire une substance élémentaire qui sépare et unit intimement entre elles les cellules, Robinski montre que ces fibres sont uniformément noircies, qu'elles présentent une teinte plus foncée sur les bords, absolument comme les cellules épithéliales, mais que, pas plus pour les premières que pour celles-ci, la mise en relief des contours, qui est le seul caractère constaté, ne constitue un fait *remarquable* non plus qu'une preuve de l'existence d'un *ciment* intermédiaire.

D'après Hoyer (*Arch. fur Anat. und Physiol.*, Berlin, 1867, in-8°), la solution d'azotate d'argent montrerait à la face interne de chacune des couches ou capsules des corpuscules de Pacini, un réseau de lignes noires limitant des figures qui correspondent entièrement à celles qu'on obtient en traitant de la même manière les épithéliums des séreuses. Nous devons ici, dit l'auteur, décliner l'admission de l'existence d'une substance cimentaire (*Kittsubstanz*) d'après les mêmes raisons qui en font rejeter la présence entre les épithéliums et les fibres du cristallin (1).

En ce qui concerne les *canaux plasmatiques*, on doit se demander s'il est permis de conclure de la structure de la cornée à celle du tissu connectif (2). Malgré l'analogie, il y a des différences si grandes, si tranchées, que cette conclusion n'est pas admissible. Et cependant on s'est permis sur ce point, nombre de conclusions hasardées. Plusieurs auteurs soutiennent et défendent ces vues, ces suppositions avec une persistance qui devrait être employée à un meilleur objet.

Je me suis efforcé, dit avec raison l'auteur, à cause de l'importance de la question, de donner dans ce travail un tableau aussi complet que possible de l'état des choses, et, si j'ai réussi à apporter là quelque clarté, quelque lumière, j'aurai complétement atteint mon but.

(1) Tous les observateurs savent en effet que l'azotate d'argent, au contact des tissus ou des liquides contenant des chlorures, ainsi que les autres sels donnant par double décomposition des sels insolubles, amènent ainsi la formation de précipités salins (dont quelques-uns peuvent devenir parfois métalliques par réduction), plus ou moins opaques sous le microscope, délimitant des figures géométriques, polygonales, souvent fort régulières, ou dendritiques, siégeant sur le porte-objet, sur la préparation ou entre les éléments anatomiques eux-mêmes. Il n'est pas douteux que des micrographes peu familiers avec l'interprétation physique des objets vus par lumière transmise n'aient pris ces figures pour des éléments anatomiques. — (Rédaction.)

(2) Sur la non-existence de ces prétendus canaux plasmatiques (*Saftkanælchen*), voyez Littré et Robin, *Dictionn. de médecine*, Paris, 1858, in-8°, onzième édit., article PLASMATIQUE et édit. suivantes. — Ch. Robin, *Programme du cours d'histologie*, Paris, 1864, in-8°, p. 61, et 2e édit., 1870, p. 86. — Article LAMINEUX, *Dictionn. encyclopédique des sciences médicales*, Paris, 1867, in-8°, p. 268. — *Leçons sur les humeurs*, Paris, 1866, in-8°, p. 278. — (Rédact.)

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

MÉMOIRE

SUR LA

THÉORIE DU DÉVELOPPEMENT PRÉCOCE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Par M. André SANSON

Secrétaire de l'Association scientifique de France,
Membre du comité central de la Société d'anthropologie de Paris.

PLANCHES VII ET VIII

I. — AVANT-PROPOS.

Le phénomène de la précocité du développement des animaux domestiques producteurs de viande, réalisé empiriquement au siècle dernier, par Backewell, et qui est à juste titre considéré comme un bienfait pour l'humanité, resta durant longtemps lettre close pour les physiologistes qui, à vrai dire, ne prirent point la peine de l'étudier. Les procédés pratiques dus au génie du fermier anglais, transmis par l'exemple et par la tradition, avaient déjà transformé les aptitudes de toutes les races de bétail des Iles-Britanniques, avant même qu'on en eût connaissance en France. C'est chez nous cependant que furent faites, à ma connaissance, les premières tentatives d'explication scientifique de ces procédés, ou de théorie du phénomène à la réalisation duquel ils conduisent. Avant les *Considérations sur l'âge du bœuf*, publiées par Renault en 1846, et le mémoire publié en 1861 par E. Baudement dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, on ne trouverait en effet nulle part, dans aucune langue, rien qui puisse se rapporter à ce sujet.

Ces premières tentatives ne furent pas heureuses, ainsi que le lecteur va être mis à même d'en juger. Mais auparavant il faut dire par quoi les animaux précoces diffèrent, quant à leur conforma-

tion, des individus communs de leur race. Chez ces animaux, le squelette est moins volumineux ; les proportions des membres et du tronc sont changées ; celui-ci est devenu plus ample par le développement exagéré de ses parties molles. Il a pris une forme cubique. L'encolure, les membres, la queue, s'en détachent par des bases larges et vont ensuite en s'amincissant brusquement. Au point de vue physiologique, les différences consistent extérieurement en ce que l'âge adulte, caractérisé par l'éruption complète des dents permanentes, est arrivé plus tôt que dans l'état normal, et en ce que les sujets précoces montrent une propension accusée à l'engraissement.

Les animaux précoces ne diffèrent pas des autres seulement par leur conformation et par la grande propension qu'ils montrent à accumuler dans leur économie de la graisse et des matières albuminoïdes. Tous les observateurs sont d'accord pour les considérer comme doués d'une faculté ou puissance digestive plus forte, comme capables de tirer un meilleur parti de la nourriture qu'ils consomment. Et en effet, des expériences comparatives exécutées il y a quelques années par F. Krocker, à l'Académie de Proskau, en Silésie, sous la direction de Settegast, en ont fourni une démonstration très-nette. Ces expériences, poursuivies durant plus d'une année sur des moutons de diverses variétés, soumis à une alimentation semblable et dont l'accroissement de poids a été noté avec soin aux diverses périodes, nous ont permis de déduire de leurs résultats la conclusion suivante : « Dans toutes les conditions possibles, à consommation relative égale d'éléments nutritifs tirés des mêmes matières alimentaires, c'est donc toujours une supériorité très-marquée de faculté d'assimilation qui est accusée pour les sujets précoces dans la série d'expériences de Proskau (1). »

Une analyse plus approfondie de ces résultats a fait voir que l'accroissement d'aptitude digestive acquis par les ruminants pré-

(1) A. Sanson, *Sur les facultés comparatives d'assimilation chez les animaux précoces et chez les animaux communs* (*Bull. de la Société centrale d'agric. de France*. 1871, 3e série, t. VI, p 146)

coces se manifeste particulièrement par la digestion d'un quantum plus fort de la cellulose des aliments ligneux (1).

De son côté, M. de Béhague a constaté récemment que des moutons métis de Southdown, nourris comparativement avec un même poids vif de moutons berrichons, avaient, en six semaines, gagné 17 kil. de plus pour dix sujets seulement (*Communication verbale*).

Voici maintenant l'explication proposée par Baudement pour ces phénomènes :

« On sait, dit-il, que les inégalités dans la taille d'individus de même espèce comparés entre eux résultent principalement des différences dans la longueur des membres, et que les individus de moindre stature ont souvent un tronc plus long que celui d'individus plus grands. On sait que, dans l'ordre d'évolution des parties du corps, le tronc prend son développement avant les extrémités. J'ai constaté, dans ce travail, que c'est dans la région thoracique que les dimensions du tronc s'accroissent davantage.

» Si l'on seconde ces tendances de la nature, si dès le jeune âge des animaux, alors que la puissance formatrice a le plus d'énergie, et qu'elle manifeste surtout son activité dans le développement de la portion centrale de l'organisme, on fournit à cette puissance des matériaux abondants, elle les mettra en œuvre conformément aux lois qui règlent son action, et donnera tout particulièrement à la région thoracique un développement considérable.

» D'ailleurs, les premiers temps de la vie sont favorables à l'accumulation de la graisse, surtout à la périphérie du corps et dans les intervalles des masses musculaires, et cette tendance, aidée d'un régime approprié, concourt encore à épaissir la région thoracique.

» Une alimentation riche dès la naissance a donc cette double conséquence, d'engager le développement des animaux dans la voie qu'ouvrent elles-mêmes à l'industrie de l'homme les lois de la nature, et de favoriser l'aptitude qu'ont les animaux jeunes a

(1) *Loc. cit.*, p. 187.

produire de la graisse dans un tissu cellulaire plus abondant. La machine animale prend ainsi une direction particulière, un tempérament propre, qui se caractérisent par la prépondérance des facultés nutritives sur les facultés locomotrices, par l'exagération des forces assimilatrices relativement aux autres.

» La nutrition ainsi appelée sur certaines parties de l'organisme y augmente de puissance, et elle reste, par compensation, moins active dans les autres parties. Tous les effets des lois physiologiques sur l'accroissement qu'amène l'exercice et sur le balancement des forces organiques se produisent alors; tous les caractères qui en sont la suite se prononcent. Ainsi le développement plus actif et plus considérable du tronc appelle la réduction des membres; l'aptitude à prendre la graisse de bonne heure favorise l'amplification du tissu cellulaire sous-cutané constituant souvent un panicule épais, même une sorte de couche lardacée, dans les races très-précoces; la prédominance des systèmes qui se complètent plus rapidement, du système musculaire et de ses dépendances, a pour contre-coup la subordination du système osseux, du système cutané et de ses appendices.

» De là une ossature légère, une tête fine et mince, comme le sont les côtes et toutes les parties dont le squelette forme la base; de là, des membres courts, et d'un petit diamètre dans leurs rayons inférieurs. Tous les organes qui s'isolent du tronc, la tête, les membres, la queue, s'unissent à la masse du corps par une large attache, indice d'un développement central puissant, et sont déliés à leur terminaison; ils prennent ainsi une forme conique qui est d'autant plus accusée que la base est plus large et l'extrémité plus effilée. De là le peu d'épaisseur de la peau, qui est moelleuse, douce au toucher, roulant comme sur un coussinet graisseux, et recouverte d'un poil doux, soyeux qui donne à la main la sensation d'une mousse élastique. De là, la finesse des cornes et de toutes les parties d'une texture analogue. De là, cette forme générale cylindrique, presque parallélipipédique, ce corps massif porté sur de petites extrémités. De là, l'augmentation du poids, quand la circonférence thoracique s'accroît, et l'élévation du poids net par la réduction des extrémités. De là, en un mot, tous

les caractères que l'éleveur apprécie comme réalisant l'harmonie de conformation chez les animaux dont il s'agit, et qui sont la conséquence de certaines harmonies physiologiques (1). »

En ces derniers mots se résume toute la dissertation. La précocité, chez les animaux, est la conséquence de certaines harmonies physiologiques. Il est à peine besoin de faire remarquer que ce n'est point là une explication. Tout le reste est de la physiologie inductive et nuageuse, soit dit sans offenser la mémoire de mon savant et regrettable ami, nullement expérimentale. Les faits étaient constatés une fois de plus en termes élégants ; ils attendaient encore leur théorie.

Dès lors, j'avais mis en évidence le phénomène fondamental et vraiment caractéristique de la précocité, en faisant voir que tous les attributs propres aux animaux précoces découlent physiologiquement de la soudure hâtive des épiphyses de leurs os longs, par conséquent du prompt achèvement de leur squelette. L'exactitude du fait fut universellement reconnue et la découverte ne m'en a jamais été contestée. En poursuivant son étude je montrai plus tard ses conséquences sur la constitution anatomique du système musculaire, sur les propriétés organoleptiques de ce même système, en établissant que l'aspect et la saveur de la viande des animaux précoces diffèrent de l'aspect et de la saveur de celle des animaux communs du même âge, mais non point de celle des animaux plus âgés dont le squelette est arrivé au même degré d'achèvement. Je montrai l'influence exercée par la soudure hâtive des épiphyses sur la structure même des os et notamment sur leur densité. Enfin je fis voir que tout cet enchaînement de phénomènes aussi curieux pour la physiologie qu'importants pour l'économie publique, n'est point dû seulement à l'abondance de la nourriture donnée aux animaux dès leur plus jeune âge, mais bien à la qualité particulière et toute spéciale des aliments dont elle se compose. Il est résulté de tout cela une théorie complète de la précocité, qui permet de la réaliser promptement et à volonté sur toutes les

(1) *Observations sur les rapports qui existent entre le développement de la poitrine, la conformation et les aptitudes des races bovines*, par Émile Baudement. (*Annales du Conservatoire impérial des arts et métiers*, Paris, 1861.)

espèces d'animaux, en se plaçant dans les conditions qu'elle détermine et que l'expérimentation a déjà bien des fois confirmées.

Les divers éléments de cette théorie, successivement développés, se trouvent disséminés dans plusieurs publications, notamment dans le journal agricole que je dirigeais lorsque j'en ai posé les premières bases, dans le *Livre de la ferme*, dans les *Bulletins de la Société centrale d'agriculture de France*, dans mon ouvrage de zootechnie et dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, ainsi que dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*. J'ai pensé qu'il serait bon de les réunir ici, en les complétant, avec la représentation des pièces anatomiques à l'appui. En outre de leur valeur probante, et j'ose dire évidente, pour la théorie dont l'exposition et la démonstration font l'objet du présent mémoire, ces pièces auront encore l'avantage, à ce qu'il me semble, de fournir un argument péremptoire pour trancher la question controversée du mode de nutrition et d'accroissement des os. Cet argument, plus net qu'aucun de ceux empruntés aux vivisections, lesquelles ont toujours plus ou moins l'inconvénient de placer les choses en dehors de leur marche normale, me paraît de nature à fixer définitivemont la physiologie expérimentale sur cette question. Je n'aurais peut-être pas songé sans cela à coordonner les parties éparses d'un travail commencé depuis plus de dix ans et dont les données essentielles sont passées dans la science, après avoir convaincu les éleveurs d'animaux de leur efficacité pratique. Je me plais à croire toutefois que les physiologistes ne seront point fâchés d'en rencontrer ici l'ensemble méthodique.

II. — Anatomie comparative des os longs normaux et des os longs précoces.

C'est un fait bien connu que chez toutes les espèces de vertébrés, les épiphyses des os longs restent distinctes de leur diaphyse durant un certain temps de la vie, par la persistance de leurs cartilages de conjugaison. On sait que ces cartilages ne sont partout envahis par les éléments osseux qu'au moment où s'effectue la sortie

de la dernière dent permanente, alors que la croissance du squelette est achevée et que par conséquent la taille de l'individu n'augmente plus. Le moment où se produit ainsi la soudure des dernières épiphyses et où arrive en conséquence l'âge adulte (dont la plupart des zoologistes font à tort coïncider l'existence avec la manifestation de la faculté de se reproduire, qui la précède de beaucoup), varie selon les genres d'animaux, dans l'état normal; mais pour le même genre il est à peu de chose près toujours le même. L'ordre d'après lequel ces épiphyses sont successivement soudées a été depuis longtemps déterminé chez l'homme. Cet ordre est invariable. Pour les animaux on n'en trouve l'indication dans aucun traité d'anatomie comparée, ni dans aucun traité d'anatomie vétérinaire, pas même dans ceux dont la publication en France est postérieure à celle de mes premiers travaux sur ce sujet; de telle sorte que leurs auteurs ne se sont point montrés au courant de la science. L'un d'entre eux a bien voulu mentionner, à propos des vertèbres lombaires, l'un des points de mes recherches ostéographiques : il en a cité les résultats tout de travers, de façon à montrer que la connaissance lui en était parvenue de seconde ou de troisième main, je ne sais, mais qu'à coup sûr il ne l'avait point puisée à sa source.

Donc normalement les épiphyses des os longs se soudent dans un certain ordre à leur diaphyse, pour former avec elle le tout continu qui caractérise l'os complet et achevé. Je ne donne pas cela, bien entendu, comme un fait nouveau. On n'ignorait pas davantage qu'après la soudure les dimensions de l'os ne changent plus. Ce dont la découverte m'appartient sans conteste possible, c'est que chez les animaux domestiques, les modifications d'aptitude physiologique résumées dans le phénomène connu sous le nom de précocité, se caractérisent essentiellement par la soudure hâtive des épiphyses, obtenue à l'aide de certains artifices d'alimentation. Les changements que subit la dentition des sujets précoces n'avaient pas échappé aux observateurs. Renault les a étudiés et signalés dès 1846 (1), et il montre lui-même que ces change-

(1) *Recueil de médecine vétérinaire*, 3e série, t. III, p. 897.

ments avaient été déjà remarqués par plusieurs éleveurs. Il conclut de ses études : « 1° que, en général, la marche de la dentition est plus active ; que surtout, la sortie des dents d'adulte est plus précoce dans la race bovine de Durham que dans nos races indigènes; — 2° que la plupart des taureaux de cette race ont fait toutes leurs dents d'adulte à quatre ans au plus tard ; et qu'il n'est pas rare d'en voir dont toutes les remplaçantes soient sorties à trois ans et même plus tôt. »

Pour faire ressortir la signification de ces conclusions, Renault avait écrit auparavant : « Partout où les individus de l'espèce bovine se trouvent dans des conditions ordinaires de race, d'éducation et de régime ; partout où l'alimentation, toute bonne qu'elle soit, ne leur est donnée que pour satisfaire à leurs besoins et en vue de les mettre à même de suffire, dans des limites naturelles, à une moyenne de produits ou de travail qu'on exige d'eux ; partout même où le régime, bien qu'amélioré, ne s'applique qu'à certains individus sans influence sur la race (bœufs d'engrais), et n'est pas suivi sur plusieurs générations en vue de modifier cette race en rendant son développement plus précoce : dans tous ces pays, sur tous ces individus, la dentition suit généralement la marche, parcourt sans grande variation les périodes qui sont indiquées par les auteurs ; et on peut, sans beaucoup se tromper, accuser l'âge des animaux d'après les données suivantes : — De dix-huit mois à deux ans, chute des pinces caduques, sortie et évolution des pinces de remplacement. — De deux ans et demi à trois ans, chute des premières mitoyennes caduques, sortie et évolution des premières mitoyennes de remplacement. — De trois ans et demi à quatre ans, chute des secondes mitoyennes caduques, sortie et évolution des secondes mitoyennes de remplacement. — De quatre ans et demi à cinq ans, chute des coins caducs, sortie et évolution des coins de remplacement. »

Renault, pour expliquer le fait signalé par lui, admettait que le système digestif des animaux précoces avait « dû acquérir plus tôt son maximum d'activité et de puissance pour agir plus énergiquement, plus efficacement, sur des aliments solides et substantiels donnés aux animaux, non pas seulement en plus

grande abondance, mais encore et surtout à une époque de la vie moins avancée que celle à laquelle ils avaient l'habitude d'être soumis à ce régime. — Physiologiquement donc, ajoutait-il, on peut, il faut admettre que l'usure et le remplacement des dents de lait doivent se faire plus tôt sur des sujets sevrés de très-bonne heure et nourris très-jeunes d'aliments solides et abondants, puisque l'usure plus prompte de ces organes est une conséquence nécessaire, puisque leur remplacement par des dents plus fortes et plus résistantes est une condition naturelle de cette alimentation.— Physiologiquement encore, on comprend que lorsque, quelle qu'en soit la cause, l'ensemble de l'organisme prend un développement plus actif, les dents, comme tous les organes, doivent, en tant que parties de cet organisme, participer à cette précocité générale et suivre conséquemment une marche plus rapide dans la succession de leurs évolutions. »

Nous citons cette physiologie inductive, au demeurant remarquable pour le moment où elle s'est produite sur un sujet absolument neuf alors, afin de bien marquer à tous égards notre propre point de départ. La tentative d'explication du directeur de l'École d'Alfort, quoique purement inductive, elle aussi, est à coup sûr d'un caractère beaucoup plus scientifique et beaucoup moins éloignée de la vérité que celle de Baudement venue longtemps après.

Dès le début de mes études zootechniques, la relation nécessaire entre la hâtivité de l'évolution dentaire et celle du développement du squelette avait attiré mon attention. Je fus tout de suite convaincu que cette apparition plus prompte des dents permanentes, chez les animaux précoces, n'était point la conséquence directe et en quelque sorte mécanique d'une activité plus grande de l'appareil digestif, mais qu'elle devait résulter purement et simplement, d'une modification générale dans l'évolution du squelette, dont elle était corrélative, comme elle l'est dans son état normal. Des recherches directes me mirent bientôt en mesure de vérifier mes prévisions, et j'en constatai publiquement le résultat pour la première fois au commencement de 1860, dans un article de discussion relatif à l'influence de l'alimentation sur l'économie du bétail. « Nous ne voyons pas, avait dit mon interlocuteur, chez

les porcs augmenter la dimension du squelette sous l'influence d'une consommation prolongée en laitages et autres substances riches en divers sels et en phosphate de chaux. » Je lui répondis: « On ne voit pas, en effet, augmenter les dimensions du squelette, chez le jeune porc, sous l'influence d'une consommation prolongée de laitages, riches en phosphate de chaux; du moins n'y a-t-il pas de faits bien observés qui l'établissent; mais, en revanche, il arrive souvent que l'absence d'une proportion suffisante des matières minérales nécessaires à la constitution des os, dans l'alimentation, détermine le rachitisme. Il n'est pas exact, en outre, que chez les jeunes sujets soumis à l'allaitement, il se produise « un développement comparativement plus grand de toutes les parties molles. » La physiologie avait démontré, et le fait est encore mieux acquis par les progrès de la zootechnie, qu'une alimentation riche hâte surtout le développement du squelette chez les races dites précoces, les épiphyses sont soudées bien avant l'âge adulte des races naturelles, c'est-à-dire que la constitution minérale des os est bien plus tôt achevée (1). »

Je ne pense pas qu'on puisse trouver nulle part une mention antérieure du même fait. Il fut même contesté par mon contradicteur. « Je ne crois pas, dit-il, qu'il existe un seul fait physiologique ou zootechnique qui ait jamais prouvé qu'une alimentation riche hâte surtout le développement du squelette. Les faits pratiques, au contraire, démontrent surabondamment, et ce depuis les âges les plus reculés, que, sous l'influence d'une alimentation puissante, les animaux se couvrent de chair et de graisse, et que le squelette finit par ne plus représenter que la partie la plus réduite du sujet; non pas que je veuille dire par là que les os, dans le cas présent, n'ont acquis aucun volume, mais bien seulement que les parties molles se sont développées dans une proportion bien autrement considérable (2). » La thèse de ce contradicteur consistait à soutenir « que les animaux naissent avec des spécialités simples ou multiples, et qu'ils obéissent aveuglément et fatalement aux nécessités de leur nature, quel que soit leur

(1) *La culture*. Février 1860, t. I, p. 433.
(2) *La culture*. Mars 1860, t. I, p. 493.

mode d'alimentation ; » thèse insoutenable en zootechnie, conduisant à nier l'influence de la plus puissante des méthodes que nous possédions pour améliorer les animaux, pour n'admettre que celle de l'hérédité, ce que d'ailleurs faisait explicitement son auteur. « Il ne faut pas, disait-il, chercher ailleurs que dans les reproducteurs l'élément radical d'une amélioration croissante. » Tous mes propres efforts, depuis quinze ans, ont eu pour but de combattre cette prétention dogmatique, en en démontrant scientifiquement l'erreur. C'est de là qu'est née la théorie de la précocité, aujourd'hui admise par tous les éleveurs éclairés, qui n'ont pu se refuser à l'évidence de mes démonstrations.

Il faut encore citer ici l'un des passages de la discussion qui marque le point de départ de mes recherches sur ce sujet. « M. Chamard, disais-je, n'a pas saisi l'importance de la remarque que je lui ai faite, relativement à la soudure des épiphyses, c'est-à-dire des tubérosités de l'extrémité des os longs, laquelle ne s'effectue que dans l'âge adulte, et est par conséquent une preuve de l'achèvement de l'individu. Tous les physiologistes savent que dans le développement de l'animal, la partie la plus importante est le squelette, et je me chargerais volontiers de démontrer à mon honorable contradicteur que, dans l'alimentation qui convient surtout aux races précoces, les éléments du tissu osseux figurent parmi les matériaux prédominants. Tous les faits physiologiques et zootechniques prouvent, ainsi que je l'ai déjà dit, qu'une alimentation riche hâte le développement du squelette ; ce qui n'empêche point, au contraire, les parties molles de prendre le dessus et de se développer proportionnellement davantage. M. Chamard a confondu ici la hâtivité de l'accroissement avec le développement relatif. Il me suffira, je pense, de lui signaler cette confusion (1). »

On comprendra facilement qu'avec des dispositions comme celles que nous venons de voir, la démonstration péremptoire de la théorie ne pouvait être fournie à l'aide des os provenant d'animaux dont les races étaient alors réputées seules précoces. Il eût

(1) *La culture*. Avril 1860, t. I, p. 513.

été facile de prétendre que le phénomène observé et constaté se produit, chez ces races, en vertu d'une spécialité native. C'est la prétention qu'il s'agissait précisément de réfuter, en démontrant que l'aptitude au développement hâtif n'est l'apanage d'aucune race en particulier et qu'elle est de tout point un produit de l'art. L'histoire du bétail anglais, dans laquelle on voit clairement cette aptitude se développer et s'étendre de proche en proche, par l'application des procédés que le génie de Backewell avait conçus, n'aurait pas dû laisser de doute à cet égard ; mais un argument de cette sorte, quand il se heurte à des idées préconçues, n'est pas de nature à faire cesser aussi bien les résistances qu'une démonstration expérimentale directe. Parmi les faits récents capables de fournir une telle démonstration, j'ai choisi comme le plus incontestable et le plus évident de tous, celui que m'offrait l'ostéographie comparative des diverses familles de la race des moutons mérinos.

Il n'était venu à la pensée de personne que cette race fût douée naturellement de l'aptitude dont il s'agit. Elle avait toujours été considérée, au contraire, comme l'une des plus tardives, parmi les races de moutons qui peuplent notre pays, et comme la moins apte de toutes à produire de la viande. Son infériorité à cet égard était, on peut le dire, proverbiale. Pourtant en suivant de près, sur quelques troupeaux de mérinos, l'application de la méthode zootechnique à laquelle j'ai donné le nom de gymnastique fonctionnelle, je pus constater que sous son influence les sujets en étaient arrivés en peu de temps à un degré de précocité qui ne le cédait en rien à celui des plus avancés de l'Angleterre. Des brebis âgées seulement de vingt mois, que je fis peser sous mes yeux dans une ferme du département de Seine-et-Marne, avaient atteint le poids de 80 à 86 kilogrammes, bien qu'elles fussent d'une taille inférieure à celle des bêtes communes du même âge et de la même race. La comparaison du squelette, chez cette variété nouvelle et incontestablement artificielle, avec celui de l'ancienne variété de la même région, devait donc nous donner les pièces de conviction les plus frappantes. Il a fallu d'abord combattre beaucoup pour faire admettre la réalité du fait. Ceux qui voyaient seulement les

animaux vivants, résistèrent à reconnaître que le résultat eût pu être obtenu en dehors de tout croisement avec l'une des races anglaises précoces. Les preuves de la pureté des troupeaux dans lesquels ce résultat s'était produit furent cependant administrées d'une façon si abondante et si péremptoire, qu'il fallut bien se rendre. Mais à partir du moment où il me fut permis de montrer publiquement les pièces osseuses démonstratives, il n'y eut plus d'incrédules. Le fait passa dans le domaine public. Il arriva même que quelques-uns le présentèrent comme tout naturel et l'exposèrent comme s'il avait toujours été connu. Si bien que je dus réclamer, comme la faible récompense légitimement due à mes efforts, qu'on voulût bien reconnaître mes droits à sa découverte.

Ce sont ces pièces que je vais maintenant décrire et représenter.

La figure 1 (pl. VIII) est un fémur de mérinos commun de la Beauce, âgé de quinze mois. On voit que sur cette pièce, la coction a séparé toutes les épiphyses, en réduisant à l'état de gélatine leurs cartilages de conjugaison, sauf une seule, celle du petit trochanter. La tête articulaire, le grand trochanter, la trochlée et les condyles, tout est indépendant de la diaphyse.

Celle-ci a une longueur de $0^m,16$ et sa moindre circonférence est de $0^m,06$.

Le volume total de l'os, diaphyse et épiphyses réunies, est de 78 centimètres cubes; son poids, de 99 gr. 40; sa densité par conséquent : = 1,274.

La figure 2 est le tibia du même individu. Dans cet os, les deux épiphyses supérieures sont indépendantes, l'inférieure seule est soudée à la diaphyse.

La figure 3, représentant le tibia, âgé de dix mois, de l'un des métis southdown-berrichons que M. de Béhague produit à Dampierre (Loiret), et dont la grande précocité est bien connue des éleveurs, montre qu'à cet âge, même chez les sujets les plus précoces, l'épiphyse inférieure n'est pas encore soudée. C'est donc entre dix et quinze mois d'âge que la soudure de cette épiphyse a lieu sûrement : il paraît certain qu'elle coïncide avec l'apparition des premières incisives de remplacement, qui se produit à l'âge

de quinze à dix-huit mois chez les sujets communs ; à celui d'un an chez les sujets précoces.

La figure 1 (pl. VII) représente le fémur d'un mérinos précoce, âgé de quinze mois, comme le mérinos commun. Ici toutes les épiphyses sont soudées.

La diaphyse a une longueur de 0m,13 seulement et sa moindre circonférence n'est que de 0m,056.

Le volume total de l'os est de 70 centimètres cubes ; son poids de 93 gr. 95 ; sa densité par conséquent : = 1,342.

L'état des soudures montre clairement que ce sont celles des épiphyses supérieures avec la diaphyse qui s'effectuent les premières, et le fémur du jeune métis southdown-berrichon de dix mois (fig. 4, pl. VIII), fait voir qu'elles ont lieu entre cet âge et celui de quinze mois, successivement, en commençant par celle du petit trochanter, qui est déjà soudée chez le mérinos commun de quinze mois, et non chez le southdown-berrichon de dix mois.

La figure 2 (pl. VII) fait voir les mêmes phénomènes sur un autre fémur de mérinos, âgé celui-ci de vingt mois et provenant d'un autre troupeau également précoce. Sur le tibia du premier (fig. 3), on voit qu'après quinze mois écoulés les épiphyses supérieures de cet os ne sont pas encore soudées, même entre elles. La figure 4, représentant le tibia du second, montre que leur soudure se produit entre quinze et vingt mois, chez ces animaux. On y remarquera que le cartilage de conjugaison qui unit la tubérosité à la crête tibiale, n'étant pas encore ossifié complètement, a laissé un vide en disparaissant par la coction.

Récapitulons les faits importants que ces pièces mettent en évidence par le seul examen superficiel de leur aspect.

Chez les moutons de la race mérinos qui ont été soumis aux procédés méthodiques d'éducation dont une longue expérience empirique avait en Angleterre démontré l'efficacité, et qui, durant leur vie, se sont montrés doués de tous les attributs extérieurs de la précocité, tels que l'aptitude à produire de bonne heure une forte proportion de viande nette ayant la couleur et la saveur de la chair d'adulte, l'ampleur de la poitrine coïncidant avec un faible développement de la capacité pulmonaire réelle, selon les observations de

Baudement, la largeur des reins, la finesse de la tête et des membres, etc.; chez ces animaux on constate que toutes les épiphyses du fémur sont déjà soudées à l'âge de quinze mois, tandis qu'aucune ne l'est encore au même âge chez ceux de la même race qui ont été élevés d'après les procédés auxquels les mérinos sont communément soumis depuis leur introduction en France au siècle dernier. En passant d'Espagne dans notre pays, où ils ont trouvé une alimentation plus abondante et plus régulière, la plupart de ces moutons, si estimés pour la finesse de leur laine, ont acquis un accroissement de taille et de volume tel que leur poids total en a été presque doublé dans la plupart des cas. Mais sous l'influence des circonstances générales, qui leur ont procuré un plus grand développement, le moment normal d'apparition de leur état adulte, ou d'achèvement de leur squelette, n'a point changé.

A cet âge de quinze mois, les épiphyses supérieures du tibia ne sont soudées ni chez les mérinos communs ni chez les précoces. C'est entre ce même âge et celui de vingt mois que leur soudure a lieu chez les derniers, et à vingt mois, elle est encore incomplète. Quant à l'épiphyse inférieure du même os, déjà soudée à quinze mois, même chez les sujets communs, elle ne l'est pas à dix mois, chez les précoces issus d'une race douée de la précocité depuis de longues années et ayant par conséquent hérité de l'aptitude au développement hâtif, en outre de l'alimentation spéciale à laquelle ils ont été soumis.

Les pièces montrent donc, sur le premier point, par l'état dans lequel elles se présentent, que dans les os de la jambe et de la cuisse la soudure s'effectue dans l'ordre suivant : 1° épiphyse inférieure du tibia ; 2° épiphyse du petit trochanter ; 3° épiphyse de la tête du fémur ; 4° épiphyse du grand trochanter ; 5° épiphyse condylienne ; 6° épiphyse de la trochlée fémorale ; 7° épiphyse articulaire supérieure du tibia ; 8° enfin épiphyse de la tubérosité tibiale.

Il est superflu sans doute d'ajouter qu'une fois toutes ces épiphyses soudées, les os ne peuvent plus croître en longueur, si l'on s'en tient à l'opinion généralement admise par les physiologistes français, au sujet du mode d'accroissement des os longs. Quelques

couches de tissu osseux, provenant de la face interne du périoste, s'ajoutent vers les extrémités de la diaphyse, pour effacer les dernières traces de ses démarcations avec les épiphyses ; et ainsi l'os est achevé. Il conservera désormais, durant toute la vie de l'animal, les mêmes dimensions.

Mais des contestations se sont élevées en Allemagne, dans ces derniers temps, sur la théorie française. On y a prétendu, en prenant pour base des inductions tirées de la constitution anatomique du système osseux, que l'accroissement des os longs dans le sens de leur longueur n'avait point lieu par l'adjonction de couches successives d'ostéoplates aux points de contact des cartilages de conjugaison avec la diaphyse, et de nouvelles couches également successives de chondroplastes aux points de contact de ces mêmes cartilages avec les épiphyses, mais bien par le développement d'ostéoplastes interstitiels dans les extrémités mêmes de la diaphyse. Des réfutations expérimentales de ces raisonnements purement inductifs, qu'il serait peut-être bon de ne pas même prendre en considération, par respect pour la méthode scientifique, ont été déjà fournies. Celle que les pièces mises ici sous les yeux du lecteur rendent évidente, me paraît tout à fait à l'abri des objections. Elle ne comporte aucune cause d'erreur. Le procédé expérimental ne peut pas être attaqué. Elle résulte de l'observation pure et simple, et la grandeur du phénomène constaté est suffisante pour qu'il n'y ait point de doute possible sur son interprétation.

Il suffit, en effet, de comparer les longueurs respectives de la diaphyse du fémur chez les deux sortes de moutons mérinos qui ont fait l'objet de nos recherches, pour trancher aussitôt le différent soulevé. Il y a, entre le fémur du mouton commun, qui n'avait point encore atteint toute sa longueur, puisque ses épiphyses sont libres, et le fémur du mouton précoce, dont la croissance en longueur était achevée, une différence de 3 centimètres en faveur du premier. L'os précoce est plus court que l'autre de 3 centimètres, et dans sa plus faible circonférence, il mesure 4 millimètres en moins. Le volume total du premier est de 70 centimètres cubes, tandis que celui du second est de 78 ; soit donc

8 centimètres cubes en plus pour celui-ci. Il est clair par là que dans le même temps, puisque les deux animaux avaient atteint le même âge de quinze mois, la diaphyse de leur fémur ne s'est point développée également, ni dans le sens de sa longueur ni dans le sens de son diamètre, bien qu'ils fussent de la même race et qu'ils habitassent la même région. La diaphyse qui présente les dimensions les plus faibles dans les deux sens est précisément celle ayant appartenu à l'animal qui avait reçu, durant sa vie, l'alimentation la plus abondante et la plus riche en matériaux les plus propres à la formation des éléments du tissu osseux, ainsi que nous le verrons par la suite. D'après les inductions allemandes, le fémur de l'animal précoce devrait être plus long et plus épais que celui de l'animal commun, car, évidemment, sa nutrition a été plus active. C'est le contraire qui s'est produit.

En présence du fait, il n'y a pas deux interprétations possibles du phénomène. Celui-ci est dominé par l'ossification rapide, hâtive, des cartilages de conjugaison qui, une fois remplacés par des ostéoplastes, ne peuvent plus eux-mêmes proliférer et par conséquent ajouter de nouvelles couches cartilagineuses à celles qui ont été envahies par l'ossification. L'accumulation interstitielle de ces ostéoplastes précipite l'achèvement de l'os en déterminant la soudure de ses épiphyses, et l'on voit qu'elle n'a pas seulement pour résultat de mettre un terme à son accroissement ultérieur ; elle entrave cet accroissement longtemps avant qu'il ne soit rendu impossible par la disparition des cartilages de conjugaison. Il devient évident par là que les os longs s'accroissent surtout par un apport des matériaux propres à la formation de leurs éléments cartilaginenx, maintenus dans une certaine relation avec les éléments minéraux, et qu'un excès de ces derniers met un obstacle à leur accroissement. Il est non moins évident que leur diaphyse s'allonge comme l'ont dit les physiologistes français. Sans cela, le phénomène ici constaté nu se comprendrait plus.

Cette accumulation interstitielle d'ostéoplastes, dont nous venons de parler, pourrait s'affirmer rien qu'en raison de l'aspect extérieur des os précoces. En considérant leurs surfaces, on s'aperçoit déjà qu'ils sont formés par un tissu incomparablement plus

compacte que celui des os ordinaires. Sur une coupe transversale, cette apparence s'accentue encore davantage. Le tissu osseux a acquis la dureté de l'ivoire. Il en a la texture serrée et il en acquiert facilement le poli et l'éclat brillant sous le trait de scie. On a vu d'ailleurs l'augmentation considérable de densité qu'il présente, comparativement avec l'os ordinaire du même âge. La différence entre les deux est :: 1,274 : 1,342. Aussi pour un volume moindre de 8 centimètres cubes, le fémur précoce ne pèse que 5gr,45 de moins que le fémur ordinaire.

Après avoir constaté les différences de propriétés physiques qui existent entre les os précoces et les os communs, il était intéressant de savoir si la texture plus compacte et la densité plus grande des premiers devaient être attribuées, ainsi que cela semblait probable, à une proportion plus forte des éléments minéraux. On sait que Berzélius a donné, pour l'os normal d'adulte, la composition suivante :

Matière animale réductible par la coction	32.17	33.30 p. 100
Matière animale insoluble	1.13	
Phosphate de chaux	51.04	66.70 —
Carbonate de chaux	11.30	
Fluorate de chaux	2.00	
Phosphate de magnésie	1.16	
Soude et chlorure de sodium	1.20	
	100.00	

D'un autre côté, MM. Sappey et Nélaton, qui ont déterminé la proportion des matières minérales ou des cendres chez des os d'enfant, d'adultes et de vieillard, des deux sexes, ont trouvé qu'elle n'était pas sensiblement différente, ne variant que de moins d'un centième, entre, 68 et 69 pour 100. Ces faits donnent aux résultats des analyses que M. Henri Sainte-Claire Deville a bien voulu faire exécuter à son laboratoire de l'Ecole normale, une signification importante. En voici les nombres comparatifs pour des fragments de diaphyse des tibias d'un mérinos précoce et d'un mérinos commun, âgés tous les deux de quinze mois, et décrits plus haut :

	POIDS du fragment sec.	POIDS des cendres.	PROPORTION des matières minérales.	PROPORTION des matières organiques.
			p. 100	p. 100
Os précoce	4gr,06	2gr,75	67.7	32.3
Os commun..........	2 ,515	0 ,970	61.4	38.6

On voit que dans l'os précoce, dont la croissance n'était cependant pas tout à fait achevée, la proportion des matières minérales est un peu plus forte que celle trouvée par Berzélius (67,7 : 66,7), et un peu moins que celle trouvée par MM. Sappey et Nélaton (67,7 : 68,5); dans l'os commun elle est considérablement moins forte (61,4 : 68,5) même que celle de l'os d'enfant de cinq ans.

En rapprochant maintenant les différences de composition des différences de densité, on arrive à un résultat qui, pour être prévu, n'en est pas moins curieux.

	Densité.	Proportion des matières minérales.
		p. 100
Os précoce........................	1.342	67.7
Os commun........................	1.274	61.4
Différence en faveur de l'os précoce.	0.068	06.3

On voit que les rapports entre les densités et les proportions de matières minérales sont sensiblement égaux (68 millièmes dans un cas, 63 millièmes dans l'autre).

L'examen microscopique du tissu de l'os précoce, fait par M. Ch. Robin, n'a permis de constater rien de particulier dans la forme ni dans les dispositions caractéristiques des corpuscules et des canalicules. Le phénomène de la précocité est donc purement et simplement la conséquence de leur formation hâtive.

Donc, diminution du volume total et augmentation de la densité des os, diminution et augmentation relativement considérables, tels sont les phénomènes essentiellement caractéristiques de la précocité chez les animaux considérés. Ces phénomènes, dont le premier n'avait point échappé aux observateurs, sont la conséquence nécessaire de la soudure hâtive des épiphyses. Ils déri-

vent, ainsi que nous l'avons montré, du prompt envahissement des cartilages de conjugaison par les corpuscules osseux ou ostéoplastes, dont la formation surabondante est due à l'accumulation des éléments minéraux dans leur tissu.

Nous disons que le premier de ces phénomènes, la diminution de la taille et du volume du squelette, n'avait point échappé aux observateurs. La moins grande taille et la finesse des extrémités, chez les animaux précoces, sont des faits de connaissance vulgaire. Baudement disait déjà en 1861, en cherchant, comme nous l'avons vu, à formuler une théorie de la précocité sur laquelle nous aurons à revenir plus loin : « De là une ossature légère, une tête fine et mince, comme le sont les côtes et toutes les parties dont le squelette forme la base ; de là des membres courts et d'un petit diamètre dans leurs rayons inférieurs. » On peut avoir par là une idée du raccourcissement que subissent les membres, et par conséquent de la diminution de la taille, car, ainsi que l'a dit encore Baudement : « On sait que les inégalités dans la taille d'individus de même espèce comparés entre eux résultent principalement des différences dans la longueur des membres, et que les individus de moindre stature ont souvent un tronc plus long que celui d'individus plus grands. » On peut la déterminer approximativement en considérant que chez nos deux mérinos de même âge, encore bien que la croissance de l'animal commun ne fût point achevée, puisque aucune des épiphyses de son fémur n'était soudée, la longueur de la diaphyse de ce fémur s'est montrée de 3 centimètres plus grande que celle du fémur de l'animal précoce. La longueur de la diaphyse du tibia, chez ce même animal commun, est de 20 centimètres. Celle de la diaphyse du fémur étant de 16, on peut facilement déterminer par le calcul quelle devait être la longueur de la diaphyse du tibia chez le sujet précoce de même âge, où il nous a été impossible de la mesurer directement. Il suffit pour cela d'avoir la longueur de la diaphyse de son fémur. En effet, 0,160 : 20 : : 0,13 : X

D'où $X = \frac{0,20 \times 0,13}{0,16} = 0,162$.

La longueur de la diaphyse du tibia du sujet précoce était donc de $0^m,162$, soit de $0^m,038$ plus petite que celle de la diaphyse du

sujet commun. Cette différence ajoutée à celle de 0^m,03 qui existe entre les deux fémurs, en donne pour la cuisse et la jambe réunies, une totale de 0^m,068. Tout en tenant compte de l'obliquité des deux os articulés suivant un angle droit ou presque droit, et non comprise la différence corrélative de longueur de la diaphyse du métatarse, dirigée verticalement, il est facile de saisir approximativement le rapport de la taille du squelette entre les animaux communs et les animaux précoces. Ce rapport est en somme ce qu'il est dans les détails, c'est-à-dire de 16 : 13, de 20 : 16, ou plus simplement de 5 : 4. La précocité abaisse donc la taille d'environ un cinquième, chez les animaux producteurs de viande.

Le fait ainsi analysé avait frappé tout le monde. Il n'est cependant pas absolu, comme nous le verrons tout à l'heure, contrairement à l'opinion admise par tous nos devanciers, qui n'ont considéré la précocité que chez les animaux producteurs de viande ou animaux de boucherie. Mais on s'est trompé en parlant de leur « ossature légère. » J'ai montré que le squelette, en diminuant de volume absolu, devient relativement plus lourd par l'augmentation de la densité des os. Cette augmentation de densité étant ignorée, on a cru pouvoir conclure de la diminution de volume à une diminution correspondante de poids. De là l'expression d'ossature légère dont s'est servi Baudement après tous les éleveurs d'animaux précoces. Il n'est pas nécessaire d'insister maintenant pour faire ressortir ce que cette expression a de fautif. En réalité, le squelette d'un animal précoce peut être plus volumineux et absolument plus lourd, par conséquent, que celui des animaux communs de sa race. Il peut atteindre une taille plus grande. L'anatomie et la physiologie particulières du cheval de course, soumis à l'entraînement, nous en offrent un exemple, dont l'analyse m'a permis de jeter un jour entièrement nouveau sur la théorie de la précocité, en la réduisant au fait simple et primordial dont dépendent les phénomènes qui la caractérisent sous ses diverses formes. Ces phénomènes seront expliqués plus loin dans tous leurs détails ; quant à présent, bornons-nous à dire que la réduction absolue du volume du squelette, celle de l'étendue des os longs en particulier, n'est pas une con-

séquence nécessaire de leur prompt développement et de leur achèvement par la soudure hâtive des épiphyses, et indiquons les particularités qui distinguent les os du cheval de course.

Ce cheval, on le sait, appartient à l'une des variétés de la race asiatique vulgairement connue sous le nom de race arabe ou orientale. Cette variété a été formée en Angleterre par l'introduction de sujets tirés de l'Orient. Les soins dont les individus qui la composent ont été l'objet et les pratiques de l'entraînement auxquelles ils ont été soumis, ainsi que la sélection attentive des reproducteurs, lui ont fait acquérir des qualités particulières, parmi lesquelles, à notre point de vue actuel, l'accroissement considérable de la taille et du volume absolu du squelette doit seul attirer notre attention. La taille moyenne des chevaux de course, comparée à celle des chevaux orientaux de même race ou de même souche, est de beaucoup au-dessus. De même que le tissu osseux des ruminants doués de la précocité est plus dense que celui des ruminants communs de leur race, le tissu osseux des chevaux de course est plus dense que celui des chevaux orientaux qui n'ont pas été soumis à l'entraînement, soit qu'ils aient été élevés dans un pays oriental quelconque, soit que leur naissance ait eu lieu dans une des régions de l'Europe où leur famille est depuis longtemps implantée, en Allemagne ou en France. Chez les chevaux de course, l'évolution de l'appareil dentaire et l'achèvement des os longs par la soudure de leurs épiphyses se produisent aussi plus tôt que chez les chevaux dits arabes non entraînés. Ils sont le plus souvent arrivés à l'état adulte dès l'âge de quatre ans, quelquefois même auparavant, tandis que les sujets communs ne sont pas pourvus de leurs dernières incisives de remplacement avant l'âge de cinq ans révolus. Nonobstant, contrairement à ce qui se passe constamment chez les animaux de boucherie, au même degré de précocité, chez les bœufs dont l'âge adulte normal arrive à la même époque, comme chez les moutons, ces chevaux ont les os des membres d'un diamètre plus fort et d'une longueur plus grande, ainsi que l'indique l'augmentation considérable de leur taille comparée à celle des autres sujets de leur race. Ils sont remarquables précisément par le fort dévelop-

pement de leur squelette, par la grande étendue de leurs leviers osseux et par la puissance de leurs articulations, qui, joints à l'énorme énergie dont ils disposent, rendent raison de la rapidité vertigineuse des courses qu'ils peuvent fournir. Le plus puissant de ceux que nous ayons vus dans ces derniers temps, *Gladiateur*, réalise sous ces divers rapports, le type de la beauté.

Les proportions du fameux *Eclipse*, qui ne fut jamais vaincu et qui vivait dans un temps où l'on vit un cheval de course parcourir 23 milles anglais en cinquante-sept minutes et dix secondes, d'Eclipse qui produisit, comme étalon, une suite de trois cent trente-quatre vainqueurs, donnent une idée à la fois de la taille que les chevaux de course peuvent atteindre et du diamètre des os de leurs membres. On y a pris pour unité de mesure la longueur de la tête divisée en vingt-deux parties égales. Le minimum de cette longueur, chez les chevaux dits de pur sang anglais, est de 50 centimètres, le maximum de 55 environ. Il y a tout lieu de croire que si Eclipse n'avait pas représenté le maximum du développement possible des sujets de sa race, Saint-Bel, le fondateur du collége vétérinaire de Londres, ne l'eût point choisi comme modèle pour déterminer les plus belles proportions du cheval. Nous ne nous éloignerons sans doute guère de la vérité en admettant 55 centimètres pour la longueur de la tête d'Eclipse et par conséquent 25 millimètres pour chacune des vingt-deux parties en lesquelles Saint-Bel l'a divisée pour ses mensurations. Il indique que la hauteur du garot jusqu'à terre était de trois têtes. Cela donne pour sa taille $1^m,65$. Le cheval extraordinaire dont il s'agit ne devait pas beaucoup s'en éloigner.

L'élévation de la poitrine au-dessus de la terre était de deux têtes sept parties ou $1^m,275$. C'est, à peu de chose près, la longueur totale des os longs des membres antérieurs, le radius, le métacarpien, plus les os du carpe et les phalanges, non compris le bras.

La largeur du jarret (articulation tibio-tarsienne) au niveau de son pli, était de huit parties, ou 20 centimètres ; celle de la face antérieure de ce même jarret, de cinq parties, ou $0^m,125$; celle du genou (articulations du carpe) à sa face antérieure, éga-

lement de cinq parties ou 0m,125 ; celle du boulet (articulation métacarpo-phalangienne), de quatre parties ou 1 décimètre ; la largeur du canon (métacarpe) des membres antérieurs était de deux parties trois quarts ou 0m,068 ; celle des canons de devant et de derrière (métacarpe et métatarse) à leur face antérieure, ou leur diamètre transversal, de une partie trois quarts ou 0m,043.

Ces dimensions sont celles d'os relativement très-volumineux. Elles étaient, chez Eclipse, accompagnées de masses musculaires puissantes par leur grand volume. En effet, les mesures de Saint-Bel donnent, par exemple, pour la distance de la pointe de la fesse au grasset (niveau de la rotule), vingt parties ou 0m,50 ; pour la largeur de la cuisse au niveau du pli de la fesse, dix parties ou 0m,25 ; et pour la largeur de l'avant-bras au niveau du coude, également dix parties ou 0m,25. La largeur de l'encolure à son union avec la poitrine était de une tête ou 55 centimètres ; celle de sa partie la plus étroite, de douze parties ou 0m,30. L'auteur dit que c'était là aussi la largeur de la tête prise au-dessus des yeux, ce qui est bien de nature à confirmer le nombre que nous avons admis pour la longueur probable de cette même tête, en considération du rapport normal qui existe entre les deux dimensions dont il s'agit, chez les sujets de l'espèce asiatique.

Le rapport des masses charnues au squelette est encore plus fort chez les ruminants précoces, ainsi que nous l'avons vu ; mais il y a entre leur constitution anatomique et celle des mêmes masses chez les chevaux entraînés, une différence très-importante. Les premières empruntent la plus grande partie de leur volume à une accumulation de plasma albuminoïde et de matières grasses dans le tissu connectif qui unit entre elles les fibres relativement rares du tissu musculaire proprement dit. Lorsqu'on les soumet à la coction, elles laissent un résidu solide peu considérable, et l'extrait de matières calloïdes que l'on obtient par l'évaporation de leur bouillon est peu consistant. C'est pourquoi les viandes précoces ne sont point estimées pour le pot-au-feu français, et aussi pourquoi sans doute les Anglais préfèrent manger ces viandes sous la forme de roost-beef, où elles sont tendres et savoureuses. Les masses charnues du cheval de course, au contraire, presque entièrement formées

de fibres musculaires et exemptes de graisse, du moins n'en contenant, ainsi que des matières colloïdes, pas au delà de ce qui est strictement nécessaire pour l'entretien de la nutrition de ces mêmes fibres, ces masses charnues sont beaucoup plus fermes et plus denses. Ce ne sont que des muscles ayant atteint leur plus haute puissance de contractilité, et dans les meilleures conditions de leur fonctionnement comme agents mécaniques. A des degrés moindres, c'est là ce qui s'observe aussi quand on compare les ruminants précoces à ceux qui se sont développés avec la lenteur relative ordinaire, surtout quand ils ont été de bonne heure livrés au travail, qui favorise le développement de leur système musculaire proprement dit, ou des éléments figurés de ce système. C'est ce qui fait que la viande de ces animaux donne du meilleur bouillon, plus odorant et plus savoureux, parce qu'il est plus riche des éléments cristalloïdes résultant de l'usure du tissu musculaire et qui sont pour la digestion des condiments, ainsi que Voit l'a démontré récemment après Liebig.

En définitive, on voit donc que l'achèvement hâtif du squelette par la soudure des épiphyses des os longs, essentiellement caractéristique de la précocité chez les animaux, a sur l'ensemble de leur économie des conséquences qui varient selon les circonstances. Le phénomène de la précocité même, en tant qu'il consiste en ce que le moment de l'âge adulte, où la croissance de l'individu est terminée, où il ne s'ajoute plus rien à son squelette pour en augmenter le volume, est avancé par rapport au moment normal, ce phénoméne est un chez tous les genres d'animaux. Il doit donc être dû à un fait unique et toujours le même. Mais il ne paraît pas douteux, d'après ce que nous venons de voir, que le mode d'action de ce fait unique est influencé par des conditions secondaires que l'observation et l'expérience nous ont permis de déterminer, et qui avaient échappé à nos devanciers comme le fait lui-même. Les relations entre ce fait et ses conditions forment la véritable théorie de la précocité qui, constituée scientifiquement, a doté l'économie du bétail de la méthode zootechnique la mieux définie, la plus efficace et la plus profitable de toutes celles dont elle peut disposer.

III. — Théorie de la précocité.

Tous les auteurs qui ont tenté d'expliquer le développement précoce des animaux de boucherie en avaient cherché la raison fondamentale dans le mode d'alimentation auquel ces animaux sont soumis. A cela Baudement joignit, ainsi que nous l'avons vu, la considération de l'absence d'exercice des facultés ou fonctions de relation. Il a caractérisé leur régime par ces expressions heureuses : « Le repos au sein de l'abondance. » Mais cette abondance ne représentait pour lui, non plus que pour ses prédécesseurs, rien autre chose qu'une « alimentation riche dès la naissance, » devant amener « la prépondérance des facultés nutritives sur les facultés locomotrices, par l'exagération des forces assimilatrices relativement aux autres. » Renault, de son côté, pour expliquer l'évolution hâtive de la dentition permanente, n'avait auparavant parlé que de « sujets sevrés de très-bonne heure et nourris très-jeunes d'aliments solides et abondants ; » ce qui contient une erreur en ce qui concerne le sevrage. Les animaux qu'on pousse à la précocité sont au contraire allaités le plus longtemps possible. Les veaux de Durham tettent le plus souvent au delà de huit mois et ils ont ordinairement deux nourrices au lieu d'une.

L'idée de Baudement, au sujet du repos, ne s'appliquait qu'à la précocité des animaux producteurs de viande. Elle est démentie par la précocité réelle des chevaux entraînés. L'idée générale, au sujet de l'abondance et de la richesse de la nourriture, ne concerne que la quantité de cette nourriture, non ses qualités spéciales, auxquelles personne n'a songé. Il était tout naturel d'admettre qu'un jeune animal qui mange davantage se développe plus activement ; et c'est ce que Renault avait dit, sans faire intervenir comme Baudement toute une métaphysique physiologique à laquelle son esprit positif et précis ne se prêtait point.

L'abondance et la régularité de la nourriture normale des animaux leur font acquérir un développement plus grand. Les faits abondent pour le prouver. Mais elles ne suffisent point toutes

seules pour que ce développement soit précoce, c'est-à-dire pour que le temps normal de leur âge adulte soit devancé. Elles agissent en général dans le sens inverse de celui des véritables rations de précocité qui, dans les mêmes conditions, font diminuer la taille au lieu de l'augmenter. L'agrandissement des moutons mérinos introduits d'Espagne en France; celui des chevaux introduits d'Orient en Europe; celui des moutons du plateau central de la France qui sont élevés sur les terrains calcaires de l'Ouest; celui des petites vaches bretonnes qui passent de la région des Landes dans celle des terres cultivées du littoral, et bien d'autres exemples du même genre que nous pourrions citer, appartiennent à l'ordre naturel des choses, dans lequel les êtres vivants sont en relation étroite et nécessaire avec le milieu qu'ils habitent, sous le rapport de la quantité de matière qu'ils ont la propriété d'organiser. La forme spécifique de chacun de ces êtres vivants ne saurait subir des variations durables, sous l'influence d'aucune condition de milieu. Cette forme est déterminée et dépend d'une loi naturelle que nous constatons, sans pouvoir en pénétrer la raison première. C'est elle qui constitue le type morphologique de ces êtres, en vertu duquel nous les distinguons et nous pouvons les classer en catégories de divers ordres, par des caractéres généraux d'abord, puis par des caractères de plus en plus particuliers, depuis l'embranchement zoologique jusqu'à l'individualité, en passant par la classe, par le genre et par l'espèce. Mais si cette forme est invariable, ou si les types spécifiques ont été déterminés une fois pour toutes au moment de leur apparition sur notre globe, l'expérience et l'observation montrent que les individus qui nous les représentent se prêtent facilement à des amplifications ou à des réductions de volume ou d'étendue absolue, qu'il m'est arrivé déjà plusieurs fois de comparer aux opérations usitées dans les arts du dessin et de la statuaire. Miniature ou peinture de grandeur naturelle, statuette ou statue colossale, réduit ou amplifié dans toutes les proportions possibles, un portrait est toujours un portrait: il représente toujours son modèle, avec les rapports relatifs de ses lignes caractéristiques; seule sa matière varie en quantité ou en qualité: étendue de l'espace couvert sur le fond

par la peinture, le crayon, l'encre ou les agents-chimiques en réaction dans la photographie, poids de la pierre, du marbre ou des métaux taillés ou coulés dans le moule.

Il en est ainsi pour les animaux dont nous nous occupons. Les herbes naturelles dont ils se nourrissent et les fourrages cultivés qui leur sont distribués comme étant l'alimentation normale de l'espèce à laquelle ils appartiennent, contiennent en certaines proportions tous les éléments nécessaires au développement de leurs tissus divers. Matières organiques azotées ou non azotées et matières minérales plus particulièrement propres à la formation du squelette, y sont dans des relations telles que digérées, et assimilées toutes à la fois, elles font acquérir à chaque organe des dimensions conformes à l'harmonie de l'ensemble, dans un temps naturellement déterminé pour chaque genre d'animaux et qui paraît être en rapport, ainsi que Flourens l'a fait remarquer, avec la durée totale de la vie de l'espèce considérée. Chaque espèce a naturellement, pour sa construction, un temps déterminé ; en d'autres termes, l'âge adulte arrive à des époques variables selon les espèces.

En ce qui concerne les herbivores, la composition chimique des plantes graminées et autres formant les prairies naturelles, celle des plantes fouragères cultivées, à l'état vert et à l'état de dessication qui constitue le foin, c'est-à-dire aux diverses phases de végétation où ces plantes sont consommées, nous donnent la représentation exacte des relations normales qui existent entre les diverses matières nutritives, dans les aliments naturels des animaux dont il s'agit. Ces relations sont, au point de vue où nous sommes ici placés, la chose essentielle. Elles font voir que dans le cours naturel des choses, le developpement des animaux étant corrélatif de celui des végétaux dont ils se nourrissent, la richesse de ces derniers en matières nutritives va diminuant à mesure que les besoins des premiers deviennent moins intenses. On sait que le gain journalier de la croissance du jeune animal est toujours plus grand, à mesure qu'on le considère plus près de sa naissance. Aussi le lait maternel est-il en réalité l'aliment le plus riche de tous ceux connus. La jeune herbe tendre qui lui succède, lorsque

l'animal estabandonné à ses instincts, est aussi plus riche que celle qui approche de sa maturité ; et ce qui est remarquable surtout c'est que, comme le lait, elle est particulièrement riche en éléments minéraux propres aux besoins du développement du squelette, les plus impérieux à ce moment. En effet, les analyses exécutées par Emile Wolf, Ritthausen, Hugo et Ernst Schultze, Max Mærcker, etc., conformément aux connaissances que nous avons maintenant sur le véritable rôle des éléments nutritifs ont donné les résultats suivants :

	Cendres ou éléments minéraux.	Éléments nutritifs azotés.	Éléments nutritifs non azotés extraitifs (1).	Matières grasses extraites par l'éther.	Ligneux.	Cellulose pure.	Acide phosphorique p. 100 de cendres.	Potasse p. 100 de cendres.	Chaux p. 100 de cendres.	Magnésie p. 100 de cendres.	Relation nutritive (2).
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100					
Foin de pré....	6,55	11.40	47.90	3.03	31.10	28.86	6.19	32.25	12,04	6.77	1 : 4,2
Herbe de pâturage.	10.22	19.94	43.83	3.75	22.26	20.88	9.28	39.03	13.99	4.81	1 : 2,2

(1) Les éléments extractifs non azotés sont l'amidon, la dextrine, le sucre, les glycosides en général, qui sont enlevés par l'eau.

(2) La relation nutritive est le rapport entre les éléments organiques azotés et la totalité des éléments non azotés, extractifs ou non, c'est-à-dire la somme des matières grasses, ligneuses, cellulosiques, des hydrates de carbone enfin. La quotité digérée de chacun de ces éléments dépend, ainsi que l'expérience l'a démontré un grand nombre de fois, du rapport ainsi déterminé.

On voit par les nombres de ce tableau que la proportion des éléments minéraux et des éléments azotés diminue à mesure que les plantes avancent vers leur maturité et que les matières ligneuses y deviennent plus abondantes. Ce fait n'est pas particulier aux graminées ; il se présente de même pour les légumineuses ou papillonacées fourragères. Voici par exemple ce qui a été constaté en les examinant à diverses phases de leur végétation :

	TRÈFLE ROUGE d'après E. Wolf.			LUZERNE d'après Ritthausen.		
	Très-jeune.	13 juin.	20 juillet.	24 avril.	22 mai.	3 juillet.
	p. 100.	p. 100.	p. 100	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Cendres.......	9.8	7.2	5.6	8.6	9.7	7.2
Ligneux.......	24.7	32.8	41.7	18.3	22.6	40.4
Éléments azotés.	21.9	13.8	9.5	28.7	21.9	14.8

Les différences constatées ne touchent pas seulement la quantité des matières nutritives. Celles-ci ont en outre des qualités qui influent considérablement sur leur digestibilité, c'est-à-dire sur la facilité avec laquelle les sucs digestifs les rendent assimilables. Ainsi il a été établi que sur cent des matières azotées contenues dans les jeunes herbes 47,5 sont directement solubles dans l'eau, tandis que la proportion n'est que de 32,5 pour celles du foin ; quant aux éléments non azotés, la proportion est de 52,1 dans le premier cas, de 47,9 seulement dans le second. Aussi Ernst Schultze et Max Mærcker ont-ils observé expérimentalement que les moutons digèrent en moyenne 11 p. 100 de plus des matières azotées, 12 du ligneux, 15 des matières grasses et 7 des matières extractives non azotées, lorsqu'ils sont nourris avec des jeunes herbes, au lieu du foin coupé vers le moment de leur maturité.

Quoi qu'il en soit de ces diverses circonstances, on voit que la composition du foin de pré, pouvant être prise comme la moyenne pour l'alimentation naturelle des herbivores, nous donne les bases de la relation normale existant entre les éléments minéraux et les éléments organiques, afin de procurer aux animaux herbivores leur développement naturel. Ce développement peut atteindre des proportions différentes, selon l'abondance ou la rareté de la nourriture. Chez les animaux qui vivent en liberté, il subit un temps d'arrêt durant la saison d'hiver, pendant laquelle la végétation étant suspendue, les aliments deviennent rares ; il prend un nouvel essor au printemps lorsque poussent les nouvelles herbes. Ce temps d'arrêt se fait moins sentir chez les animaux domestiques nourris à l'écurie ou à l'étable, ou à la bergerie, avec du foin mis en provision ; mais il ne peut manquer d'exister toutefois en raison des qualités différentes de la nourriture sur lesquelles nous venons d'appeler l'attention. C'est principalement, sinon exclusivement, à ces alternatives dans la quantité et la qualité des aliments, qui varient comme la fertilité du sol habité par les animaux, que ceux-ci doivent la taille et le volume auxquels il leur est donné d'atteindre. On peut considérer comme une loi le rapport nécessaire entre cette taille et cette fertilité. Je n'y connais pas, pour ma part, une seule exception, en dehors de l'intervention industrielle de

l'homme. Lorsque celle-ci se manifeste en fournissant régulièrement aux animaux de leur nourriture naturelle autant qu'ils en peuvent digérer, elle a pour unique résultat d'amplifier leur volume, en procurant à leurs aptitudes physiologiques normales plus de matériaux à mettre en œuvre. Dans le même temps, le sujet arrive à des proportions plus grandes, parce qu'il fonctionne plus activement ; mais une fois achevé il ne présente rien de particulier dans sa constitution, parce que toutes les relations normales entre les diverses conditions de son développement ont été conservées.

L'abondance seule de la nourriture ne peut donc rien pour changer ces conditions, et notamment pour déterminer ce que nous avons défini comme étant, d'après la notion qu'en ont tous les éleveurs, le développement précoce ou le phénomène de la précocité, caractérisé par la réalisation hâtive de l'état adulte. L'étude du régime alimentaire empiriquement constitué pour arriver au but dont il s'agit va nous donner la clef du phénomène. Il nous suffira pour cela de passer en revue un certain nombre de rations qui peuvent être justement nommées rations de précocité et d'en déterminer la caractéristique. Commençons par celles que reçoivent les chevaux de course soumis à l'entraînement.

« Relativement aux quantités et aux modes de distribution des fourrages, dit E. Gayot, il y a peu de règles fixes à donner. La ration de foin est de 2 à 4 kilogrammes en trois repas pour vingt-quatre heures, suivant les individus et la période de l'entraînement. On le coupe court, au hache-paille, pour les chevaux de petit appétit et pour ceux qui mangent trop goulûment l'avoine ; on le mêle alors avec le grain, qui est mieux appété par les premiers et plus complétement broyé par les seconds.

» La quantité d'avoine ne saurait être déterminée ; on doit en donner à chaque cheval autant qu'il en peut consommer avec profit pour son économie. L'appétit seul pourrait devenir un mauvais conseiller. C'est l'état des fonctions digestives qu'il faut prendre pour guide ; or rien n'est facile à apprécier comme les résultats d'une digestion bonne ou mauvaise. L'odeur acide et forte des excréments ne trompe jamais et dénote que les organes ont pris au delà de la quantité utile. On fera droit à ce premier avertisse-

ment en retranchant un peu de la ration précédemment accordée, sauf à revenir, en temps et lieu, à une nouvelle augmentation. Une autre précaution dont il ne faut pas se départir, c'est de ne pas administrer si abondamment à la fois que l'animal finisse par se rebuter et refuser son repas. Il est rare que la ration journalière dépasse de 15 à 18 litres, et l'on n'amène pas toujours, ni tout à coup, un cheval à cette quantité qui n'est plus ordinaire. On peut la distribuer en cinq repas.

» La féverole est très-nutritive et doit être donnée en beaucoup moindre quantité; elle a un effet astringent et échauffant, qui la rend très-utile pour les chevaux irritables qui digèrent mal, mais qui ont toujours les organes convenablement disposés pour la digestion de la petite quantité de nourriture dont leur estomac se trouve chargé à chaque repas.

» Le froment et les pois ont à peu près le même mode d'action et demandent les mêmes ménagements; ils sont utiles sous le point de vue de la variété, quelquefois nécessaire, des aliments (1). »

En résumé, ce qui domine dans la ration journalière du cheval de course, c'est l'avoine, la féverole, le froment et les pois, en un mot ce sont les graines ou semences de céréales ou de légumineuses. Ajoutons que le régime alimentaire de l'entraînement commence avant l'âge de deux ans.

Voici maintenant le régime alimentaire usité pour les bêtes bovines de la variété connue en France sous le nom de race de Durham, à la vacherie de l'État :

« Pâturage en liberté pendant toute la saison d'été pour les génisses et pour les mères.

» En hiver les jeunes taureaux, de six mois à l'âge d'un an, reçoivent, suivant leur poids vérifié à la bascule, le plus souvent mois par mois, une ration, valeur en foin, équivalant à 4 ou 5 pour 100 du poids vif (2), soit 3 à 5 kilogrammes de foin, 15 à

(1) Eug. Gayot, *Guide du sportsman, ou traité de l'entraînement et des courses de chevaux*. Paris, 3e édit., p. 76.

(2) Il faut faire remarquer à cette occasion que l'équivalence entre les diverses plantes fourragères et le foin, calculée selon des tables établies d'après la richesse en

20 litres de racines, 3 à 5 litres de farine, 1 litre d'avoine et 1 kilogramme de tourteau (résidu de graines oléagineuses exprimées).

» En été, 20 à 25 kilogrammes de fourrage vert, 4 à 5 litres de farine et 1 litre d'avoine environ.

» Cette nourriture est augmentée suivant la croissance des sujets, et généralement on la diminue quand la croissance est terminée, la proportion consommée par 100 kilogrammes de poids vivant s'abaissant quelquefois jusqu'à 2 ou 2,50 à l'âge de trois ou quatre ans.

» En hiver les génisses reçoivent, depuis six mois jusqu'à un an, 3 à 4 kilogrammes de foin, 15 à 20 litres de racines, 2 à 3 litres de farine et quelquefois du tourteau. De un an à dix-huit mois, la ration est d'environ 6 à 7 kilogrammes de foin, 20 à 30 litres de racines, et rarement des farineux.

» En été le pâturage, et, quand elles sont à l'étable, 15 à 30 kilogrammes de fourrage vert, suivant l'âge et suivant le poids; des farineux dans le jeune âge.

» Les mères reçoivent en hiver 8 à 10 kilogrammes de foin, 30 à 40 litres de racines quand elles allaitent ou qu'elles faiblissent. En été pâturage en liberté, ou, à l'étable, 40 à 60 kilogrammes de vesces ou de trèfle vert (1). »

Ce régime se caractérise par deux particularités. La première c'est, comme dans celui du cheval de course, la place relativement considérable qu'y occupent les matières provenant des semences de céréales ou de plantes oléagineuses; la seconde, la présence en forte proportion des racines charnues qui sont chez nous des betteraves, en Angleterre des turneps, et aussi durant la saison d'été des jeunes plantes vertes, graminées ou papilionacées. On en verra plus loin la signification.

Pour les moutons, nous prendrons le régime même auquel avaient été soumis les sujets dont nous avons décrit les os.

azote seulement, est aujourd'hui démontrée arbitraire et tout à fait sans valeur. Son indication n'a pas ici d'importance toutefois, parce que les quantités réelles vont être données.

(1) H. Chamard, *Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, art. DURHAM. Paris, 1860.

Quant aux mérinos, dans la ferme où ces sujets ont été élevés, les béliers recevaient en hiver 1 kilogramme de fourrage sec, 5 kilogrammes de betteraves coupées et mélangées avec des balles de blé et 0 litre 50 d'avoine, par tête et par jour; en été, trèfle, sainfoin, luzerne, ou vesces en vert, à discrétion, à la bergerie, plus 0 litre 50 d'avoine, portés à 1 litre pendant la lutte; les brebis, 1 kilogramme de fourrage sec, 4 kilogrammes de betteraves, en hiver; en été, fourrages verts à discrétion, soit à la bergerie, soit aux champs; les antenaises ou femelles d'un an, en hiver, 500 grammes de fourrage sec et 6 kilogrammes de pulpe de betteraves distillées; en été, fourrages verts à la bergerie et aux champs; les agneaux mâles, en hiver, depuis l'âge de trois mois, c'est-à-dire après le sevrage, 1 kilogramme de fourrage sec, 1 kilogramme de racines, 0 litre 50 d'avoine: les agnelles étaient nourries de même, moins l'avoine.

Les métis southdown-berrichons de M. Béhague, soumis à un régime beaucoup plus varié, consomment, comme base de leur ration, successivement plusieurs sortes de fourrages fournis par des pois en vert, de la luzerne et du maïs, de l'orge en vert, des vesces et du trèfle en bottes, du moha en vert, du sarrasin, de la luzerne sèche et enfin de la paille de vesce. Le complément va être indiqué mois par mois pour 100 têtes, à partir du sevrage. Il sera facile de calculer, si l'on veut, la ration journalière par tête et par jour. En voici le tableau :

MOIS.	Avoine en grains.	Son.	Tourteaux de colza.	Tourteaux de lin.	Farine de haricots.	Sel.	Orge en grains.	Petit blé.	Maïs.	Betteraves.	Carottes.	Topinambours.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	litres.	litres.	litres.	kil.	kil.	kil.
Juillet....	4.280	2.8	3.600	3.600	5.600	1	»	»	»	»	»	»
Août.....	»	»	4.000	4.000	3.200	1	7.2	»	»	»	»	»
Septembre.	2.600	»	»	»	»	1	5.4	6.5	»	»	»	»
Octobre...	2.000	»	0.500	0.500	»	2	8.0	»	12	130	9.0	»
Novembre.	3.400	»	0.500	0.500	»	2	9.0	»	12	150	10.0	»
Décembre.	5.000	»	0.300	0.300	»	2	11.0	»	13	125	11.5	58
Janvier...	5.000	»	0.350	0.350	»	2	11.7	»	9	140	14.0	70
Février ...	7.400	»	»	»	»	2	15.0	10.0	»	140	»	60
Mars.....	10.000	»	»	»	»	2	21.0	»	21	170	»	90
Avril.....	14.000	»	»	»	»	2	28.0	»	28	285	»	»

Nous connaissons dans la Brie un autre troupeau de mérinos précoces, où l'industrie consiste à produire de jeunes bêtes sevrées en novembre et vendues en mars pour la boucherie de Paris, au prix de 30 à 35 francs pièce (1). Au moment du sevrage elles mangent du regain de luzerne à volonté; immédiatement après le sevrage elles reçoivent 1 kilogramme 500 de bon fourrage sec, 6 kilogrammes de pulpe de distillerie de betterave (procédé Champonnois de fermentation à la vinasse), et, en outre, d'abord 0 litre 25, puis 0 litre 50, puis enfin 1 litre d'avoine (2).

Le caractère propre aux rations de précocité, mis en évidence par les exemples qui précèdent et sur lequel il n'est sans doute pas nécessaire d'insister, va maintenant prendre sa signification nette par l'analyse des principales substances qui en composent le complément. La comparaison des éléments minéraux de ces substances avec ceux des rations ordinaires nous donnera ensuite facilement l'explication de l'influence qu'elles exerçent sur le développement du système osseux, durant la période de croissance du squelette. Il serait superflu de nous occuper de leurs matières protéiques et amylacées ou sucrées. Tout le monde sait que ces substances en sont relativement très-riches, beaucoup plus riches que les tiges des plantes qui les ont produites. A notre point de vue présent, le fait culminant de leur composition chimique est la proportion considérable d'acide phosphorique qu'elles contiennent, par rapport à la chaux, ce qui est le contraire pour les fourrages verts ou secs qui forment la ration ordinaire des animaux herbivores.

J'emprunte à Julius Lehmann un tableau de leurs analyses comparatives à cet égard, qu'il a exécutées en vue d'un travail sur la nutrition des os et sur les besoins de leur développement et de leur entretien (3) :

(1) Les jeunes métis produits par M. de Béhague sont vendus, eux, comme viande de choix, à un grand marchand de gibier de la rue Montmartre, et ils ont une réputation parmi les gourmets.

(2) Voy. André Sanson, *Hygiène des animaux domestiques*. Paris, 1870, p. 265 et suiv.

(3) Docteur Julius Lehmann, *Ueber die knochen und deren Naehrstoff in Beziehung zu unseren Hausthieren*, dans *Amtsblatt fur die Landwirtschaftliche Vereine*. 1859, n° 11.

GRAINES ET RACINES.	Acide phosphorique.	Chaux.	FOURRAGES.	Acide phosphorique.	Chaux.
	p. 1000	p. 1000.		p. 1000.	p. 1000.
Maïs	5.5	0.14	Trèfle rouge jeune.	0.9	2.50
Orge	8.9	0.40	Foin de pré	3.3	10.01
Seigle	9.8	0.40	Sainfoin	4.9	16.80
Froment	9.3	0.50	Trèfle rouge sec	4.6	8.08
Avoine	7.6	1.20	Trèfle blanc sec	8.8	20.20
Féverole	11.1	1.33	Paille d'orge	1.4	2.50
Pois	8.1	1.53	— de froment	1.5	3.10
Vesces	8.8	1.70	— de seigle	3.6	4.10
Tourteau de colza	18.6	4.90	— d'avoine	1.9	4.50
Tourteau de lin	20.0	4.90	— de féveroles.	4.1	12.00
Son	15.0	2.25 [1]	— de pois	3.0	25.10
Pommes de terre	2.0	0.16			
Betteraves	0.5	0.54			
Navets	0.8	0.73			
Carottes	0.8	0.79			

1. L'analyse du son est empruntée à Julius Kühn.

Dans les tiges, les proportions d'acide phosphorique et de chaux constatées indiquent la présence des deux substances à l'état de phosphate de chaux surtout; dans les semences et les racines, il ne serait pas possible qu'il en fût ainsi, étant donnés leurs équivalents respectifs. On sait en effet que ces semences sont en même temps riches en potasse et que l'acide phosphorique s'y trouve en combinaison avec celle-ci principalement. Si donc les aliments complémentaires dont il s'agit ont sur le développement précoce ou hâtif des os l'influence que nous leur attribuons ici, ce n'est point en raison du phosphate de chaux qu'ils contiennent, mais bien en raison de leur phosphate de potasse. Et c'est aussi pourquoi tout seuls ils ne seraient point capables même de procurer au squelette son développement suffisant, à cause de leur faible richesse relative en chaux. On en a la preuve expérimentale par ce fait que les enfants nourris abusivement de soupes au pain ou de panades, pour suppléer l'allaitement, sont fréquemment atteints de rachitisme.

Mais dans les rations de précocité constituées comme nous l'avons vu, la nutrition des animaux rencontre facilement, non compris les matières calcaires apportées par l'eau des boissons, les équivalents de chaux nécessaires pour neutraliser tout l'acide

phosphorique contenu dans les aliments complémentaires et former avec lui le phosphate tribasique des os, dont la formule est, comme on sait,

$$Ph\ O^5\ 3\ Ca\ O.$$

En effet, si nous prenons pour exemple l'une quelconque des rations indiquées plus haut, en faisant le calcul des quantités d'acide phosphorique et de chaux qu'elle met en présence dans l'appareil digestif, la démonstration deviendra évidente. Soit celle des moutons mérinos, l'une des plus simples. Voici ce qu'elle nous donnera :

	Acide phosphorique par kilogr.	Chaux par kilogr.	Total dans la ration.	
			Acide phosphorique	Chaux.
	gr.	gr.		
1 kil. fourrage sec de légumineuses	4.60	17.80	4.60	17.80
1 kil. racines de betterave	0.50	0.54	0.50	0.54
250 grammes d'avoine	7.60	1.20	1.90	0.30
			7.00	18.64

Il y a donc en poids, dans cette ration, 7,00 d'acide phosphorique et 19,64 de chaux. Or, dans 1 équivalent d'acide phosphorique il y a 5 équivalents d'oxygène pour 1 équivalent de phosphore. Le poids de l'équivalent de phosphore est 400, celui de l'oxygène étant de 100; il y a donc 500 d'oxygène contre 400 de phosphore, soit un poids de 900 pour l'acide phosphorique. Le poids de l'équivalent de calcium est de 250. Dans 1 équivalent de chaux ou oxyde de calcium il y a 1 équivalent de calcium et 1 équivalent d'oxygène, soit en poids 250 de calcium et 100 d'oxygène, ou 350 en tout. Dans 1 équivalent de phosphate tribasique des os il y a 1 équivalent d'acide phosphorique, soit en poids 900, et 3 équivalents d'oxyde de calcium, soit en poids 1050. La relation de 7,00 : 19,64 est donc bien plus que suffisante pour satisfaire à celle de 900 : 1050, nécessaire pour que tout l'acide phosphorique puisse être employé à la formation du phosphate des os.

Il reste encore un excédant de chaux ; mais cet excédant n'est point inutile, car on sait que le phosphate n'est pas le seul sel calcaire des os. Ils en contiennent d'autres et notamment du carbonate de chaux, qui sont avec ce phosphate dans le rapport de 1 à 6, pour constituer le tissu osseux normal. Du reste, la relation des rations de précocité, qui ne varie guère, quels que soient les aliments complémentaires dont elles se composent, d'après les bases que nous avons posées, ne diffère pas sensiblement de celle qui se trouve dans le foin de pré, reconnu comme procurant au squelette son développement normal et régulier. Dans ce foin il y a 3,3 d'acide phosphorique pour 10,01 de chaux. Entre 3,3 : 10,01 et 7,00 : 19,64, de la ration de précocité des mérinos, l'écart est parfaitement négligeable.

Nous avons donc dans la constitution chimique qualitative et quantitative du régime alimentaire l'explication complète des faits constatés sur le squelette des animaux précoces. Il n'est même pas indifférent, pour la production de ces faits, résultant d'une suractivité dans la formation des corpuscules osseux, que l'acide phosphorique soit introduit dans l'économie sous la forme complétement soluble du phosphate de potasse où il se trouve dans les semences de plantes céréales, légumineuses ou oléagineuses, et en présence des éléments nutritifs azotés et non azotés avec lesquels il est combiné. Les réactions qui doivent ainsi se produire en présence des sels calcaires ne peuvent que favoriser son assimilation. C'est ce qui arrive dans la période de l'allaitement, durant laquelle la formation du tissu osseux est le plus active. Le veau, dit Julius Kühn (1), absorbe par 100 kilogrammes de poids vivant et par jour 16 kilogrammes de lait contenant 16,66 grammes d'acide phosphorique et 13 grammes de chaux. Lors du sevrage il est nécessaire, pour une réussite complète, de donner dans les rations une quantité de matières inorganiques correspondant à celle qui se trouve dans le lait supprimé. Le même auteur ajoute que le foin par son contenu en chaux, les grains et les résidus de fabrication industrielle par leur propor-

(1) Julius Kühn, *Die zweckmaessigste Ernaehrung des Rindviehes.*

tion d'acide phosphorique, offrent au veau la matière nécessaire pour la formation des os. Les tourteaux et les grains d'avoine, dit-il, renferment aussi de très-grandes quantités de ces deux substances; leur contenu en acide phosphorique est plus considérable que celui de toutes les autres espèces de grains et leur contenu en chaux est très-important.

Dans une expérience directe, Lehmann (1) a trouvé que chez un veau âgé de 5 mois, auquel il administrait 4,1 gramme de poudre d'os très-fine, ajoutés à une ration composée de 1 kilogramme d'orge décortiquée, de 1 kilogramme de tourteau de colza, de 4 kilogrammes de foin de fléole finement coupé et de 20 kilogrammes de petit lait par 100 kilogrammes de poids vif, plus de la moitié de l'acide phosphorique et près des cinq septièmes de la chaux de la poudre d'os avaient été assimilés. On aurait tort d'en conclure que l'aliment complémentaire de précocité peut être emprunté à la poudre d'os toute seule, même en vue seulement de ce qui concerne la nutrition du tissu osseux, car dans l'expérience de Lehmann, l'orge, le tourteau de colza, le petit-lait, fournissaient à l'économie des quantités d'acide phosphorique assimilable auprès desquelles celle contenue dans la poudre d'os ne peut paraître que bien faible. Il est d'ailleurs connu que le tissu osseux n'est guère attaqué dans la digestion des carnassiers, à plus forte raison dans celle des herbivores, à moins qu'il ne se trouve en présence d'une forte proportion de potasse. Aussi a-t-on proposé, pour le rendre assimilable, de lui faire subir une préparation préalable qui consiste à le rendre acide d'abord par une addition d'acide phosphorique, puis de le précipiter, à l'état gélatineux ou colloïde, de sa dissolution, par l'ammoniaque.

L'observation et l'expérience sont donc tout à fait d'accord pour vérifier la théorie de l'influence que la constitution chimique des rations de précocité exerce sur l'achèvement hâtif du squelette. La grande richesse de ces rations en éléments nutritifs organiques de toute sorte explique suffisamment l'activité du dé-

(1) *Ueber die knochen*, etc., *loc. cit.*

veloppement des parties molles ou des chairs, pour qu'il n'y ait point lieu de s'y arrêter. Il reste seulement à rechercher, dans les autres conditions du régime des animaux précoces, la raison des différences constatées entre la constitution des ruminants producteurs de viande et celle des chevaux de course, chez lesquels pourtant les épiphyses sont soudées à peu près au même âge de leur vie, devançant, par conséquent, l'âge adulte normal du même temps environ. Si cette raison trouvée se montre conforme aux données de la physiologie, notre théorie pourra être considérée comme complétement satisfaisante.

Nous savons que chez les ruminants, pour atteindre le but de leur fonction économique, qui est la production, dans le moindre temps, de la plus forte somme possible de viande, la condition principale est le calme de toutes les fonctions de relation. Les plus estimés des éleveurs sont les individus qui, par tempérament, montrent la plus grande propension à la nonchalance et au repos, pourvu qu'ils fassent preuve d'un appétit soutenu. Boire, manger, dormir est leur unique occupation. L'effet d'un tel régime se comprend sans peine, en ce qui concerne les phenomènes de la nutrition. Les éléments nutritifs s'accumulent partout, dans les chairs, dans le tissu adipeux. L'animal engraisse et augmente de poids. Dans le tissu musculaire, par exemple, qui se compose toujours, ainsi que W. Marcet l'a établi, de trois sortes de substances : 1° du tissu musculaire proprement dit, formé d'éléments figurés ; 2° de matières cristalloïdes, résidus de l'usure produite par le fonctionnement de ce tissu ; 3° de matières colloïdes en provision pour subvenir à la régénération des éléments usés ; dans ce tissu musculaire, ce sont ces matières colloïdes en simple dépôt qui prédominent de beaucoup, la digestion les fournissant en abondance, et l'usure étant presque nulle par l'absence de dépense de force vive. Les fibres du tissu en sont comme noyées, et il n'y a guère de limite assignable à leur accumulation possible, si ce n'est celle qu'oppose la limite d'extensibilité de la peau. On peut citer, à cet égard, l'exemple du bœuf phénoménal *Durham-ox*, élevé par Charles Colling, et qui fut promené au commencement de ce siècle dans

toutes les villes et bourgades d'Angleterre et d'Ecosse, dans une voiture construite *ad hoc*, et exhibé comme curiosité moyennant rétribution. Sans dépasser la taille des bœufs de sa race, il était arrivé à peser 1370 kil. Pour faire prendre une idée de ce que ce poids avait d'extraordinaire, il suffira de dire qu'un M. Bulmer, qui l'avait acheté de Colling, pour la somme de 3500 francs, en février 1801, le céda le 14 mai suivant à un M. Day, moyennant 6250. Le même jour celui-ci en refusa 13125 francs ; le 13 juin il aurait pu le vendre 25 600 francs, et enfin le 8 juillet 50 000 francs. L'exhibition de ce bœuf à la curiosité publique était par conséquent plus fructueuse que sa vente, même à ce dernier prix.

Si, au lieu du tissu musculaire, nous considérons le tissu osseux, la constitution propre de celui-ci et la nature des éléments accumulés imposent au phénomène des conditions tout autres. L'excès des matières minérales capables de hâter l'ossification fait que bientôt les cartilages de conjugaison sont envahis par cette même ossification, qui est principalement un phénomène de dépôt. La formation des chondroplastes, qui est un phénomène actif d'organisation cellulaire, n'étant point stimulée, n'ajoute que peu de nouvelles couches aux cartilages de conjugaison, avant que la calcification ne s'en soit emparée. Le phosphate de chaux dont la digestion charge sans cesse le sang ne peut être éliminé, tant qu'il reste de la place pour lui dans son lieu d'élection, c'est-à-dire dans le squelette. C'est pourquoi les épiphyses sont soudées de bonne heure, et aussi pourquoi les os, plus denses et plus tôt achevés, restent plus courts et moins volumineux. Le repos de l'appareil locomoteur rend moins active la formation de ses éléments figurés. C'est un fait banal en physiologie. Le développement des fibres musculaires est en raison du travail du muscle. Il en est ainsi pour l'os. Il fonctionne peu, se développe peu, se calcifie outre mesure et s'achève ainsi dans de faibles dimensions.

Lorsque, au contraire, l'appareil locomoteur fonctionne activement, comme c'est le cas pour les chevaux entraînés, le développement de ses organes n'en est pas moins achevé dans un moindre temps, à cause du surcroît de matériaux que l'alimen-

tation spéciale décrite leur apporte; mais ce développement a lieu toutefois dans des proportions en rapport avec le fonctionnement même. La formation des chondroplastes est activée dans les cartilages de conjugaison comme celle des corpuscules osseux et des lamelles dans la diaphyse et dans les épiphyses. Tout est hâté à la fois, le développement comme l'achèvement. Pour être achevé de bonne heure, le squelette n'en a pas moins acquis de fortes dimensions. L'évolution, proprement dite, du tissu osseux et sa calcification exagérée ont marché de front, par le concours du travail mécanique de l'entraînement qui l'a stimulée et de la présence dans le sang, en abondance, des matières minérales dont le dépôt procure cette calcification.

Comme il n'y a pas d'autre différence, en définitive, entre les conditions de régime des deux genres d'animaux précoces, que celle qui concerne le fonctionnement de l'appareil locomoteur, le repos presque complet, d'une part, l'exercice méthodique et très-actif, de l'autre, la raison du fait constaté ne peut être cherchée ailleurs. Ce fait existe aussi bien dans le système musculaire que dans le système osseux. On ne peut pas douter que, pour les muscles, il se rattache directement à l'influence énoncée. Il ne paraît point qu'on en puisse douter davantage pour les os. Dégagé de ses conditions variables d'exercice et de repos de l'appareil locomoteur, le phénomène de la précocité demeure donc avec sa condition constante, fondamentale, nécessaire, qui est la présence, dans les rations alimentaires constituées d'ailleurs selon les relations nutritives les plus favorables pour la digestion, des éléments du phosphate de chaux des os en proportion surabondante par rapport à celle qui se trouve dans la ration naturelle de l'animal considéré.

IV. — CONCLUSIONS.

Les développements du présent mémoire peuvent être résumés par les propositions suivantes, dont ces développements ont eu pour objet de fournir la démonstration :

1° La précocité des animaux, caractérisée par l'arrivée hâ-

tive de l'état adulte avec tous ses attributs normaux, est essentiellement due à la soudure plus prompte des épiphyses.

2° Cette soudure, dont le moment normal est devancé d'une quantité de temps plus ou moins grande, s'accompagne toujours d'une augmentation considérable de la densité des os, due à la proportion plus forte des matières minérales qui entrent dans leur constitution.

3° Les dimensions absolues des os précoces sont augmentées ou diminuées, selon les conditions dans lesquelles se produit leur développement hâtif.

4° Les os longs précoces dont les dimensions ont subi une réduction par rapport à celles qu'atteignent au même âge les mêmes os chez les animaux communs de la même race fournissent évidemment une démonstration expérimentale péremptoire du fait admis par les physiologistes français, que l'accroissement en longueur de ces os a lieu par addition successive de nouvelles couches aux extrémités de leur diaphyse.

5° Ces mêmes os, ainsi que tous les autres, quelle que soit leur réduction, conservent les formes et les rapports de dimension propres au type naturel auquel ils appartiennent; par conséquent la précocité ne change en rien ce type.

6° Le développement précoce et l'achèvement hâtif du squelette ont pour corollaire l'évolution également hâtive des dents de remplacement, de telle sorte que la dentition permanente est complète au moment où les dernières épiphyses sont soudées, comme dans l'état normal.

7° A ce moment, quel que soit l'âge auquel il arrive, tous les tissus de l'économie ont acquis les propriétés organoleptiques qui leur appartiennent au même moment chez les sujets non précoces de la même race : les muscles, par exemple, ont la même couleur et le même goût, quand ils se sont développés dans les deux cas sous l'influence des mêmes conditions d'exercice.

8° L'achèvement hâtif du squelette des animaux précoces, et toutes les conséquences qu'il entraîne, sont dus uniquement à la qualité de l'alimentation spéciale à laquelle ils ont été soumis.

9° Contrairement à l'opinion des éleveurs et des zootechnistes

qui ont écrit sur la théorie de la précocité, le repos et l'abondance de la nourriture naturelle des herbivores sont impuissants à produire le phénomène dont il s'agit; l'abondance de cette nouriture amplifie le squelette, mais elle n'avance nullement l'époque à laquelle il est achevé.

10° L'effet de l'alimentation spéciale constituée empiriquement par Backewell pour les animaux producteurs de viande dépend exclusivement de l'acide phosphorique et de la chaux en présence dans cette alimentation, caractérisée par l'adjonction d'un complément de semences céréales, légumineuses ou oléagineuses, riches en phosphate de potasse surtout, aux fourrages principalement riches en chaux et autres oxydes terreux nécessaires à la formation des os, que les animaux herbivores consomment naturellement.

11° Présentés sous cette forme, c'est-à-dire sous l'état où ils se trouvent dans les graines riches en même temps de matières azotées et de matières grasses, les éléments minéraux propres à la formation du tissu osseux sont plus digestibles et par conséquent plus assimilables que sous aucune autre.

12° La réaction du phosphate de potasse des graines sur les sels calcaires des fourrages et des boissons favorise dans la nutrition la formation des ostéoplastes et la calcification des os.

13° Chez les jeunes animaux ainsi nourris et tenus au repos, la calcification l'emporte sur la formation osseuse proprement dite et les os sont achevés avant d'avoir atteint un grand développement : c'est pourquoi le squelette des animaux précoces de boucherie se montre réduit ; chez ceux qui sont soumis à un exercice méthodique de l'appareil locomoteur, la calcification et la formation osseuse vont de pair et se maintiennent en équilibre dans leur exagération respective : c'est pourquoi le squelette des chevaux entraînés pour les courses se montre amplifié, bien que ces chevaux soient aussi précoces que les animaux de boucherie.

14° La condition déterminante unique du développement précoce des animaux n'est donc pas à chercher ailleurs que dans la constitution chimique spéciale de la ration alimentaire indiquée par notre dixième proposition, et l'enchaînement des phénomènes

qui sont des conséquences secondaires de cette condition déterminante fournit la véritable théorie de la précocité.

15° Cette théorie, maintenant démontrée d'une façon nette et solide, fait voir que la précocité n'est l'attribut naturel d'aucune race en particulier, et elle nous donne le moyen certain de la réaliser sur toutes, à notre volonté, en dirigeant leur alimentation dans le sens indiqué.

C'est la conclusion pratique finale de ce mémoire, et cette conclusion, je l'ai déjà formulée et développée depuis longtemps en constituant, sous le nom de gymnastique fonctionnelle, la méthode zootechniqne la plus puissante pour l'amélioration des fonctions économiques des animaux.

BIBLIOGRAPHIE.

Emile Baudement. Observations sur les rapports qui existent entre le développement de la poitrine, la conformation et les aptitudes des races bovines. *Annales du Conservatoire impérial des Arts et Métiers*, 1861.

Boussingault. Economie rurale considérée dans ses rapports avec la chimie, etc. 2 vol. 1844.

Brullé et Huguény. Expériences sur le développement des os. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1845.

Budge. Ueber die Ernährung der Knochen. *Deutsche Klinik*, n° 41, 1858.

Droste Ueber den phosphorsäueren Kalk in seinen Baziehungen zur Ernährung der Thiere und zur Mortalität der Kinder. *Deutsche Klinik*, n° 1, 1854.

L. Fick. Ueber die Ursachen der Knochenformen. Göttingen, 1859.

Fischer. Beitrag zur physiologischen Bedeutung der Knochenhaut. *Medicinische zeitung von Vereins für Heilkunde in Preussen*, n° 21, 1851.

Flourens. Recherches sur la formation des os. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1844, 1845, 1846, 1860.

F. Krocker. Futterungsversuch mit verschiedenen Schafracen, deren typen und Kreuzungs producten, ausgeführt von der landwirthschaflichen versuchsstation der Akademie zu Proskau vom 28 mai 1867 bis 28 oktbr. 1868. *Annalen der Landwirthschaft in den Kœniglich Preussischen staaten*, sept. et déc. 1869.

Julius Lehmann. Ueber die Knochen un deren Nährstoff in Biziehung zu unseren Hausthieren. *Amtsblatt fur die landwirtschaftliche Vereine*, n° 11, 1859.

H. MEYER. Ueber den Verknöcherungsprocess. MULLER'S *Archiv*, 1849.

Alphonse MILNE EDWARDS. Etudes chimiques et physiologiques sur les os. *Annales des sciences naturelles* (Zoologie), 4e série, t. XIII, 1860.

OLLIER. De la production artificielle des os au moyen du déplacement et de la transplantation du périoste. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1858.

PHILIPPEAU et VULPIAN. Note sur le mode d'accroissement des os longs. *Archives de physiologie normale et pathologique*. Paris, 1870.

Eug. RENAULT. Quelques considérations sur l'âge du bœuf. *Recueil de médecine vétérinaire*, 3e série, t. III, 1846.

SAPPEY. Anatomie descriptive. Paris, 1866, t. I.

SCHERER. Ueber den Gehalt an Wasser, und Mineral substanzen in ganzen organismus. *Verhandlungen der phys. medic. Gesellschaft in Wurzburg*, t. VIII, 1867.

TURCKE. Ist es mœglich, auf die Vergrœsserung oder Verkleinerung der Beinknochen unserer landwirthschaftlichen zuchthiere durch die Futterung bei der Aufzucht einzuwirken? Im Bejahungsfalle welche Futtermittel sind in dieser Richtung wirksam? *Die Verhandlung der XXI. General-Versammlung des landwirthschafftlichen central Vereins der Provinz Sachsen*, etc. Frage XII. *Zeitschrift des landw. Central-Vereins der Provinz Sachsen*, etc., n° 8 et 9, 1868.

R. VOLKMANN. Notiz betreffend das interstitielle Knochenwachstum, *Centralblatt* u. s. w. 1870, p. 129.

J. WOLF. Uber die innere Architectur der Knochen und ihne Bedeutung fur die Frage Knochenwachstum. *Virchow's Archiv*, 1870, t. L, p. 389.

EXPLICATION DES PLANCHES VII ET VIII.

PLANCHE VII.

FIG. 1. Fémur d'un mérinos précoce, âgé de 15 mois. Toutes ses épiphyses sont soudées. Cependant on voit encore les traces *a* d'un reste de cartilage de conjugaison, indiquant que le développement de l'os n'est pas encore tout à fait achevé.

FIG. 2. Fémur de mérinos précoce âgé de 20 mois. Les traces *a* de la soudure inférieure sont encore visibles, mais moins que sur la fig. 1.

FIG. 3. Tibia du mérinos précoce de 15 mois. La diaphyse a été coupée pour les études chimiques et microscopiques.

a. Épiphyse encore indépendante de l'extrémité articulaire supérieure.

b. Épiphyse de la tubérosité tibiale, également indépendante.

FIG. 4. Tibia du mérinos précoce de 20 mois. Toutes les épiphyses sont déjà soudées, mais il reste encore un vide *a* entre la tubérosité et la crête

tibiale, que la matière osseuse n'a pas encore rempli, et qui, à l'état frais, était occupé par le cartilage de conjugaison.

PLANCHE VIII.

FIG. 1. Fémur de mérinos commun de la Beauce, âgé de 15 mois. Aucune des épiphyses n'est soudée, sauf celle du petit trochanter.

a. Diaphyse;

b. Epiphyse de la tête articulaire;

c. Épiphyse du grand trochanter;

d. Épiphyse des condyles et de la trochlée fémorale.

FIG. 2. Tibia du même mouton. L'épiphyse de l'extrémité articulaire inférieure *b* est déjà soudée à la diaphyse *a.*

c. Épiphyse indépendante de l'extrémité articulaire supérieure.

d. Épiphyse également indépendante de la tubérosité tibiale.

FIG. 3. Tibia d'un mouton métis southdown-berrichon très-précoce, âgé de 10 mois.

a. Diaphyse.

b. Épiphyse indépendante de l'extrémité articulaire inférieure.

c. Épiphyse indépendante de l'extrémité articulaire supérieure.

d. Épiphyse indépendante de la tubérosité tibiale.

FIG. 4. Fémur du métis southdown-berrichon dont aucune des épiphyses n'est soudée à 10 mois.

a. Diaphyse.

b. Tête articulaire.

c. Grand trochanter.

d. Petit trochanter.

e. Épiphyses de l'extrémité inférieure.

NOTE
SUR CERTAINS MOUVEMENTS DES MEMBRES
SOUS LA DÉPENDANCE DU CŒUR ET DE LA RESPIRATION

SUR LEUR ASSIMILATION AUX MOUVEMENTS DU CERVEAU ET DU LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN, LEUR ORIGINE COMMUNE

Par M. le Dr PIÉGU
Ancien interne des hôpitaux, etc.

Les mouvements dits du cerveau ne sont point particuliers à cet organe. Ces mouvements, qui correspondent aux mouvements si parfaitement étudiés aujourd'hui des gros vaisseaux, des branches, des rameaux, des ramuscules qui les continuent pour former le système capillaire, appartiennent à tous les systèmes organiques à trame vasculaire prononcée et sont dus à la double expansion qui se produit dans l'arbre circulatoire sous la double influence 1° des contractions ventriculaires du cœur gauche, et 2° sous l'influence de la respiration, ce qui revient presque à dire sous l'influence des contractions ventriculaires du cœur droit. Si les mouvements du cerveau sont en quelque sorte connus de toute antiquité, les mouvements du liquide céphalo-rachidien, conséquence des mouvements du cerveau, ne sont guère appréciés que depuis les recherches relativement récentes de Magendie, et leur véritable mécanisme laisse encore beaucoup à désirer. Quant à ceux qui font l'objet de cette note et qui nous serviront à expliquer et comprendre les autres, je ne sache pas qu'ils aient été mentionnés avant la communication que l'on trouvera plus loin extraite des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (1846). Ils sont bien cependant de même nature que les mouvements du cerveau, ils doivent exister dans tous les organes à texture molle et expansible, quelle que soit la diversité de leurs tissus composants, et en les démontrant dans la masse générale des membres, on leur attribue leur vrai caractère, d'être un phénomène général.

Il est en effet certaines attitudes du corps, certaines dispositions physiologiques, certains états pathologiques où l'on éprouve dans tous les tissus mous périphériques deux sensations distinctes par leur nature et connexes cependant. Ce sont : une sorte de sentiment de dilatation générale et simultanément une pulsation rhythmée. Pour peu que l'on étudie avec soin ces deux sensations, on s'aperçoit bien vite qu'elles correspondent, la première au temps de l'expiration, la seconde aux contractions du cœur et au pouls. Parfois la première seule est apparente, parfois, au contraire, c'est la seconde ; d'autres fois toutes les deux sont perceptibles en même temps et au même degré.

Ces sensations qui, en santé, se produisent à peu près par tout le corps à la suite d'nn état d'excitement général, après une course soutenue, après des efforts répétés, par exemple, peuvent être développées dans un état de calme, en appuyant les parties du corps dans lesquelles on cherche à les manifester contre quelque surface résistante. Elles deviennent très-évidentes à l'extrémité des doigts lorsque nous pressons quelque corps solide en faisant une expiration forte ; elles accompagnent constamment les premiers moments d'application d'appareils contentifs sur une certaine étendue de membre, etc. A l'état morbide, nous les constatons dans tous les cas d'inflammations aiguës circonscrites, lorsque la sensibilité des tissus se trouve, comme les autres propriétés vitales de la partie malade, exagérée et surexcitée. C'est le fonds réel de ces sensations que nous allons exposer en montrant que le sentiment de turgescence que nous éprouvons, aussi bien que le sentiment de pulsations, est l'expression d'une véritable turgescence et d'une véritable pulsation des organes.

§ 1. — Sur les mouvements d'expansion des membres (pouls des membres).

Ces mouvements sont, on peut le dire, d'une infinie petitesse ; ils ne peuvent guère être évalués que par fraction de millimètres. Aussi les procédés directs de démonstration ne leur sont point applicables. Pour les apprécier il faut les réunir, en faire une

masse, les totaliser. Ce n'est qu'à cette condition qu'ils prennent une apparence palpable.

Maintenant, montrons-les en action. L'expérience est faite dans les conditions de la vie normale.

Enfermons un membre à peu près entier, comme la jambe et une partie de la cuisse ou une portion de membre comme la jambe ou l'avant-bras, dans une sorte de boîte crânienne artificielle. — C'est à proprement parler reproduire l'expérience de M. Poiseuille pour constater les effets de pression latérale subis par les grosses artères. — Adaptons à notre boîte un tube d'exploration analogue soit au tube de Poissenille pour les grosses artères, soit au tube de M. le docteur Bourgougnon pour le cerveau, remplissons l'appareil d'eau tiède et suivons le développement des phénomènes. On veillera à ce que l'appareil ne contienne pas d'air et à ce qu'il ne donne à 'eau d'autre issue que le tube d'exploration. Alors, si le membre est convenablement disposé et assujetti de manière à se trouver à l'abri de toute cause de trouble pendant l'observation, voici ce qu'on remarque : La colonne de liquide s'élève et s'abaisse alternativement dans le tube par une double succession d'efforts dont les uns correspondent aux mouvements respiratoires, dont les autres correspondent aux battements du cœur et au pouls. La dépression du niveau du liquide est à son maximum dans l'inspiration, l'élévation de ce même niveau est à son maximum dans l'expiration ; le passage de la dépression maximum à l'élévation maximum et réciproquement est marqué par une série de saccades exactement concordantes aux contractions du cœur, les saccades de l'expiration accusées par une suite de mouvements de la colonne liquide vers le haut du tube, celles de l'inspiration produites plus brusquement par une suite rapide de sauts descendants jusqu'à ce que le niveau soit arrivé à son point le plus bas. — Généralement il y a de deux à quatre secousses ascendantes ou expiratoires et de une à trois secousses descendantes ou inspiratoires. — C'est donc véritablement une oscillation double composée d'une grande et de petites renfermées dans la grande. L'amplitude de ces doubles oscillations est en rapport avec l'amplitude que l'on donne aux mouvements respiratoires ; elle s'accroît ou

décroît en raison de la profondeur de l'inspiration ou de la limite extrême à laquelle on pousse l'expiration. C'est véritablement une ressemblance complète avec les mouvements du cerveau dans l'appareil du docteur Bourgougnon.

Dans les cas suivants, cette ressemblance quoique moins marquée n'est pas moins réelle. Elle se trouve proportionnée à l'étendue des surfaces soumises à l'expérience, mais pour l'accentuer davantage, il suffit de forcer les grands mouvements respiratoires.

Lorsque le pouce seul est engagé dans un appareil disposé d'après les mêmes principes que celui des membres, il donne lieu aux mêmes manifestations : large oscillation sous l'influence de la respiration avec élévation du liquide pendant l'expiration et abaissement pendant l'inspiration; mouvement ascendant marqué par des saccades successives, mouvement descendant très-légèrement indiqué par de courtes et brusques saccades. Par un simulacre d'effort on peut amener le liquide à une hauteur telle qu'il va déborder à l'extrémité du tube, et l'effort inspiratoire profond qui succède devient assez grand pour que le liquide en s'abaissant donne accès à la rentrée de l'air dans l'appareil.

Les résultats seront les mêmes dans l'expérience suivante faite dans d'autres conditions. On choisit pour expérimenter une partie de petite étendue de la surface d'un membre en dehors du trajet de gros vaisseaux, la partie moyenne antérieure de l'avant-bras vers son tiers supérieur, la partie antérieure et moyenne de la cuisse par exemple; on enveloppe au niveau de ce point le membre sur une longueur de 10 à 15 centimètres d'un moule de plâtre épais avec un trou de 2 centimètres de diamètre correspondant au point déterminé. Cela revient à reproduire un appareil inamovible partiel fenêtré. Or c'est une remarque faite depuis longtemps, que, dans certains cas d'applications d'appareils inamovibles, lorsqu'on ménage une fenêtre à l'appareil en vue de faciliter le pansement ou la surveillance des plaies, des battements apparaissent dans la partie de tissus laissée à découvert, et leur ressemblance avec les mouvements du cerveau est si frappante, qu'il n'est pour ainsi dire personne qui en les voyant n'ait songé immédiatement aux mouvements du cerveau ou tout au

moins aux mouvements observés aux fontanelles des jeunes enfants ou à ceux de la poche du spina bifida. De fait, ils en sont la représentation exacte, comme l'appareil va nous l'indiquer. Après l'avoir disposé autour du membre, on le lute convenablement à la peau au niveau du pourtour de l'orifice, on remplit d'eau et on ferme le trou avec un bon bouchon traversé par un tube mince qui communique avec le liquide. En réalité, cet appareil n'est toujours que notre boîte dont une des parois est formée par la peau elle-même. Dans cet appareil, les déplacements sont exactement les mêmes que dans les précédents et présentent les mêmes concordances; grandes oscillations aux mêmes temps respiratoires coupées très-faiblement, il est vrai, mais coupées manifestement néanmoins par les petits mouvements saccadés que nous connaissons. On comprend qu'ici des mouvements respiratoires amples et bien rhythmés soient plus particulièrement nécessaires en raison de l'exiguïté de la surface d'expérience.

Si l'on met en regard de ces résultats les résultats obtenus par M. le docteur Bourgougnon, on voit combien la ressemblance des mouvements des membres et celle des mouvements du cerveau sont complètes, et le besoin de les assimiler se présente immédiatement à l'esprit. L'appareil de M. Bourgougnon se compose en réalité de deux portions distinctes, un tube de verre en partie rempli d'eau communiquant avec la cavité périencéphalique remplie du même liquide, et un levier oscillant que l'on descend à volonté sur l'encéphale lui-même. Le tube seul nous intéresse ici puisque lui seul représente exactement nos appareils et rend les expériences plus semblables. Sur l'ouverture d'une couronne de trépan qui met à nu la surface du cerveau d'un chien et après excision préalable de la dure-mère correspondante, on adapte le tube de verre ; on introduit une suffisante quantité d'eau pour baigner complétement cette surface et s'élever dans la partie extérieure du tube de quelques centimètres; immédiatement l'eau de ce tube se met en mouvement : son niveau, alternativement soulevé et abaissé, accuse un double mouvement oscillatoire, l'un très-ample, l'autre plus petit compris dans le premier. Au moment de l'expiration, l'eau monte et atteint le point de haut niveau; dans l'inspiration, elle descend

et s'abaisse jusqu'au point de bas niveau. Le passage du niveau bas au niveau élevé et réciproquement s'opère par une série de secousses dont chacune correspond à un battement du cœur ; les secousses d'élévation plus douces, plus amples, les secousses de descente plus rapides et plus brusques. Un tube de diamètre moindre que celui de M. Bourgougnon manifeste les battements plus clairement encore, et si l'on a soin de lui donner une certaine longueur et une position inclinée pour diminuer la charge de pression, les mouvements prennent une longueur et une netteté saisissantes. Ils augmentent dans l'effort, ils augmentent dans le cri, ils se multiplient ou se ralentissent avec la fréquence ou la force de la respiration, avec la fréquence et la force des battements du cœur. C'est exactement comme à nos mouvement des membres. On peut donc, d'après la similitude d'expression, pressentir la similitude de cause et les rapporter les uns et les autres à une seule et même action.

Comme cette note n'est point faite dans l'intention d'exposer une étude complète de ces mouvements, que son but principal est de les rappeler, je ne mentionne à dessein que les appareils simples qui les manifestent dans les conditions de l'appareil de démonstration type des mouvements du cerveau. La similitude des appareils rend la similitude des résultats plus parlante. S'ils ne comportent pas la rigueur et la précision des appareils d'expérimentation actuels, ils sont néanmoins suffisants ; ils donnent des phénomènes une dée satisfaisante et peuvent par leur témoignage servir de moyen pour arriver à leur interprétation rationnelle. Ce sont les seuls procédés qui m'avaient servi en 1846 ; on ne faisait à cette époque que commencer à employer les appareils enregistreurs : l'idée de fixer des mouvements, d'en immobiliser l'expression sur le papier n'avait guère encore été utilisée, pour la physiologie, du moins, car, en réalité, tous ces appareils ont leur véritable point de départ ainsi que les tableaux graphiques des trains de chemin de fer dans la première idée du général Poncelet et dans son application à la chute des corps graves par le général Morin et autres. Depuis vingt-six ans, personne n'a songé à reprendre ces expériences, et il y a vraiment lieu de s'étonner qu'ils n'aient pas tenté la saga-

cité et l'esprit inventif d'expérimentateurs comme MM. Marcy, Colin et Chauveau par exemple. La communication que j'ai faite en 1846 à leur sujet est encore à ma connaissance la seule mention qui les concerne. Les ouvrages les plus récents de physiologie, celui de Béraud excepté (1), ne parlent point de ces mouvements d'expansion des membres sous l'influence de la circulation ; ils continuent à présenter la description des mouvements du cerveau et du liquide céphalo-rachidien isolément sans apprécier leur véritable connexion et sans aucune vue de généralisation à leur sujet. Il n'est donc pas inutile de rappeler ces recherches en attendant le moment de les exposer plus complétement.

2. — Sur les causes des mouvements d'expansion des organes.

Quelles sont les causes de ces mouvements? pourquoi se produisent-ils dans des points si différents, dans des conditions en apparence si diverses et toujours avec le même caractère?

C'est ici l'occasion de rapporter une observation qui fut l'origine de la conception générale de ces mouvements et le point de départ des recherches dans le but de la vérifier. Ayant à faire une injection délicate des vaisseaux périostés du tibia et du péroné, j'avais préalablement immergé la portion de membre à injecter dans un long cylindre étroit rempli d'eau chaude; l'ar-

(1) Béraud s'exprime ainsi à ce sujet : « *Du pouls des membres.* De même que l'afflux violent du sang dans les artères, suivi de l'écoulement de celui-ci, se manifeste par une dilatation de celles-là, de même le pouls de toutes les artères d'une partie du corps a pour résultat l'expansion de la masse organique où elles se distribuent. M. Piégu a démontré en effet, à l'aide d'un appareil particulier, que les membres subissent un mouvement général d'expansion correspondant à chaque systole ventriculaire, à chaque *battement* du pouls de l'artère de ce membre; cette expansion est suivie d'un retrait général qui coïncide avec la systole artérielle et la reconnaît pour cause, comme l'expansion avait été causée par la diastole de l'artère. Ainsi, sur l'être vivant, tant que le cœur bat, les membres et le tronc sont dans un état continuel de mouvements d'expansion et de retrait, qui, bien que trop légers pour être perçus à l'œil nu ou au toucher dans les conditions ordinaires, deviennent très-manifestes dès qu'un appareil spécial en augmente l'apparence. C'est ce même phénomène qui, dans certaines tumeurs des os, etc., riches en artères, donne lieu aux battements ou mouvements d'expansion qui en sont un des caractères, qu'on perçoit lorsque la main en embrasse la totalité ou la plus grande partie. » (*Éléments de physiologie*. Paris, 1858, in-12, 2ᵉ édit., t. II, p. 313-314.)

ticulation fémoro-tibiate fléchie reposait sur le bord du vase ; le liquide affleurait les bords. Lorsque je commençai l'injection, poussant rapidement d'abord, puis plus doucement l'injection chaude, je vis le liquide déborder du vase. Le débord augmentait dans la mesure de la pénétration de l'injection; il cessait si je cessais l'effort de poussée du piston, il continuait si je le continuais.

J'avais donc sous les yeux une augmentation du volume du membre traduite par le déplacement du liquide qui l'environnait, et cette augmentation tenait non-seulement à la réplétion des gros vaisseaux, mais aussi à celle des grands réseaux anastomoiques artériels ou capillaires artérioso-veineux. Je répétai plus tard l'expérience avec divers liquides pénétrants et à froid, après ligature des troncs artériels les plus considérables, tantôt laissant libres, tantôt oblitérant avec des pinces à coulants les veines principales. Plus le liquide était pénétrant, plus le gonflement du membre devenait considérable et plus l'eau débordait. Si les veines principales restaient ouvertes, le débord s'arrêtait à certaines limites et le liquide revenait par les veines; si on les fermait, le liquide s'entassait dans leur intérieur, dans leurs ramifications, dans les artères, et augmentait la turgescence générale, partant le débord du liquide contenu dans le vase. Si l'on abandonnait l'injection après ligature de l'artère et enlèvement des pinces qui fermaient les troncs veineux, l'écoulement du liquide injecté se faisait seulement et progressivement par les veines, et au bout de quelques heures le niveau du liquide du grand vase cessait très-sensiblement d'affleurer.

Toute grossière qu'elle soit, cette observation nous met à même de remarquer le concours de deux influences, celle du système artériel et celle du système veineux.

Ce double rôle des vaisseaux artériels sous la dépendance du cœur gauche, des vaisseaux veineux sous la dépendance du cœur droit et médiatement du poumon, puis subsidiairement le rôle des vaisseaux intermédiaires capillaires de divers ordres (siége eux-mêmes d'un véritable pouls capillaire), va nous être montré par les faits de physiologie normale ou pathologique qui vont suivre.

Dans l'onglée, le froid contracte les capillaires, en chasse le sang ou l'empêche d'y arriver; la sensibilité à son tour disparaît. Lorsque l'action du froid cesse, la réaction suit; le sang revenant dans les capillaires, les doigts s'injectent, rougissent, et la sensibilité reparaît. Ce retour de la sensibilité est caractérisé par un fourmillement, puis par une sorte de prurit, et enfin par un sentiment de douleur véritable. La sensibilité s'exalte alors comme la circulation. L'analyse des diverses sensations par lesquelles on passe à ce moment est curieuse à faire. Lorsque le fourmillement commence à diminuer, que les perceptions deviennent plus nettes, on ressent dans l'extrémité des doigts un état de turgidité manifeste, puis des battements réguliers, un véritable pouls. Après quelques instants, cette sensation devient plus distincte; à chaque contraction du cœur, le battement donne l'idée d'une augmentation simultanée du volume des doigts, et au moment de l'expiration il semble que ce volume augmente encore. Cet état, que l'on peut augmenter à volonté par un simulacre d'effort, peut être poussé au point de rendre la sensation véritablement désagréable.

Il est facile de produire le même effet par une constriction de quelque durée qui chasse mécaniquement le sang des capillaires. Ainsi fait-on en engageant l'extrémité d'un doigt dans un fragment de tube de caoutchouc. Le doigt devient également pâle et exsangue à son extrémité, et la sensibilité se perd plus ou moins. Si après quinze à vingt minutes d'application de l'anneau on l'enlève, la réaction s'opère et elle se produit exactement dans les conditions de la réfrigération. On éprouve une véritable onglée de compression. Les doigts sont particulièrement propres pour cette démonstration à cause de l'excès de leur sensibilité tactile.

Lorsque cette sensibilité est exagérée par une cause morbide, ainsi qu'il arrive dans le panaris, le phénomène des battements est extrêmement caractérisé, et ceux qui ont souffert de cette maladie savent combien l'effet de la respiration augmente les douleurs et le sentiment pénible des pulsations.

La même observation s'applique à tout autre point du corps lorsque la sensibilité s'y trouve exagérée par un état inflamma-

toire aigu, comme dans les cas d'anthrax, de furoncle, de phlegmon circonscrit, etc. N'est-ce pas aussi à un fait de compression et d'exagération de la sensibilité de même nature que l'on doit rapporter les battements des collections purulentes aiguës si parfaitement connus des chirurgiens, auxquels ils annoncent que le temps est venu de donner issue au pus accumulé? L'effet alors a lieu de dedans en dehors, et les battements des capillaires des tissus comprimés par le pus, inaperçus dans les circonstances normales, deviennent perceptibles par l'effet de l'excès de sensibilité des tissus enflammés.

Qui n'a éprouvé le retentissement douloureux des battements du pouls dans toute la tête pendant la migraine, le coryza intense, la grippe? Qui n'a ressenti l'effet de pression si pénible qui augmente encore ce retentissement au moment de l'éternument, de la toux, dans la grippe et le coryza? Il semble que l'effort va disjoindre les sutures du crâne et rompre les sinus de la face, tant la pression à laquelle ils sont soumis est exagérée par l'excès de la sensibilité. Les deux influences du cœur et de la respiration s'exercent donc dans ces cas d'une façon indéniable.

Si de ces observations toutes subjectives nous passons à d'autres dont les détails peuvent être suivis au doigt et à l'œil, nous trouvons des cas ou le développement excessif du réseau capillaire rend appréciables comme dans une amplification microscopique les mouvements respiratoires et les battements cardiaques. Ce sont les cas de tumeurs érectiles angiectasiques (angiomes télangiectasiques, tumeurs cirsoïdes, etc.). Tout le monde connaît leurs doubles mouvements et personne ne met en doute l'expansion capillaire de double nature qui les soulève. Eh bien! n'est-ce pas là, je le répète, une démonstration microscopique des phénomènes normaux? En les voyant, n'avons-nous pas sous les yeux un véritable pouls capillaire amplifié, et ce qui se passe dans ces tumeurs ne doit-il pas nous expliquer, et les battements de masse comme ceux que nous observons sur les membres, les membres inférieurs particulièrement dans certaines attitudes, et les mouvements d'expansion généraux des parties molles qui nous ont été démontrés par le déplacement du liquide de nos appareils?

L'action des forces cardiaque et respiratoire nous est également confirmée par les lois qui régissent la dynamique vasculaire.

Elles nous montrent en effet que deux influences dominent la marche du sang dans les vaisseaux : la première, celle du cœur gauche; la deuxième appelée influence de la respiration en raison de sa concordance d'action avec les mouvements respiratoires, et que l'on pourrait appeler l'influence du cœur droit.

Cœur gauche. — Lorsque le ventricule se contracte, l'ondée de sang injectée dans l'aorte et versée de là dans l'arbre artériel produit un effet de choc; c'est le pouls, puis un effet de pression sur les ondées précédentes qu'elle pousse devant elle. Le choc marque le commencement de la pression; il n'est appréciable que dans les vaisseaux de certain calibre et va en s'atténuant dans les petites divisions vasculaires au point de n'être perceptible que sur de grandes masses de tissus ou dans le cas d'une vive exagération de la sensibilité développée par quelque état inflammatoire. Il constitue alors le pouls capillaire. La pression, elle, s'exerce dans toute l'étendue de l'arbre vasculaire, artériel d'abord, capillaire ensuite, et se fait sentir de proche en proche jusque dans les veines où le sang progresse en partie par l'effet de cette force *a tergo* pour se rendre des radicules aux troncs et finalement à l'oreillette droite. En ne considérant cette pression que dans les artères de gros volume, dans les rameaux anastomotiques artériels ou dans les réseaux anastomotiques artério-veineux de grande dimension, nous voyons qu'elle s'exerce partout avec les mêmes conséquences, d'être égale sur tous les points, de déterminer sur toutes les parois un effort, puis un mouvement excentrique de cette paroi en vertu duquel les enveloppes élastiques cèdent à la force latérale, se distendent et donnent lieu à une augmentation de volume du vaisseau suivant tous ses diamètres. Chaque ondée nouvelle chassée par le cœur produit un semblable choc, développe une même pression et détermine une augmentation de volume pareille.

L'intervalle d'une ondée à l'autre est rempli par l'action élastique en retour des parois artérielles; leur resserrement général, en continuant la progression sous forme lente de l'ondée brusque

du ventricule, fait suivre la distension d'un affaissement, et cet affaissement allant jusqu'à la limite d'élasticité deviendrait considérable s'il n'était pas arrêté par la présence du sang dans les veines et la contre-pression qu'il y éprouve. L'action du cœur gauche sur ses vaisseaux immédiats est donc marquée par une suite de chocs ou pulsations et par une suite d'efforts simultanés d'expansion dont le résultat final aboutit à une augmentation de volume de ces vaisseaux. Voyons ce qui se passe du côté du cœur droit.

Au *cœur droit* aboutissent tous les troncs veineux de la circulation de retour; c'est lui qui est chargé d'envoyer au poumon le sang à revivifier. Il est donc avec le poumon dans des rapports tels, que toute modification dans la perméabilité pulmonaire devra forcément réagir sur son mode de fonctionnement. Les expériences remarquables de MM. Colin, Chauveau et Marey, ne laissent aucun doute à cet égard : si le cœur gauche a un fonctionnement régulier, le cœur droit a un fonctionnement variable dans une même période régulière. Il se vide complétement pendant l'inspiration, mais pendant l'expiration il conserve toujours sans l'évacuer une certaine quantité du sang qu'il contient; lorsqu'il renferme trop de sang, la systole peut même être incomplète. Il en résulte que l'oreillette elle-même ne se vide pas, que, par suite, le débit des veines caves se trouve ralenti, qu'un certain refoulement se produit dans toute la colonne de retour et de proche en proche se transmet des troncs principaux jusqu'aux ramifications dernières de l'arbre veineux.

Pendant l'inspiration, la dilatation des vaisseaux pulmonaires, favorisée par le mouvement d'aspiration dû au soulèvement de la cage thoracique, laisse au sang un accès facile. Aussi, pendant l'inspiration, le ventricule se vide complétement, admet tout le sang fourni par l'oreillette et les veines caves, et, de proche en proche, une détente se produit dans tout le système veineux à la suite de ce retour dans les facilités d'écoulement.

Ainsi donc, le cœur gauche nous donne une succession d'expansions vasculaires au moment de la contraction du ventricule et d'affaissement pendant son repos, ces derniers sous la dépen-

dance de la rétractilité vasculaire; par le cœur droit, nous avons un reflux au moment de l'expiration avec distension vasculaire augmentée; nous avons au contraire une liberté accrue de la circulation pendant l'inspiration et consécutivement un affaissement proportionné.

§ 3. — Rapports des mouvements d'expansion des membres en général avec les mouvements de l'encéphale et du liquide céphalo-rachidien.

Si maintenant nous considérons que nos organes sont formés d'une réunion de vaisseaux nombreux, que ces vaisseaux, la majeure partie du temps, constituent même la portion essentielle de l'étoffe dont leur structure se compose, il nous sera facile de comprendre que si nous pouvons par quelque moyen totaliser tous ces soulèvements et ces affaissements, le total sera représenté par de grands mouvements d'ensemble proportionnés au degré de vascularisation des parties. C'est ce total que nous avons cherché à mettre en évidence pour les membres, comme M. Bourgougnon l'avait mis en évidence pour le cerveau. Le cerveau est un des organes les plus vasculaires de l'organisme; ses mouvements sont très-manifestes et ont été aperçus les premiers : les parties charnues des membres sont également très-pourvues de vaisseaux; si les mouvements que nous y avons constatés n'ont point été aperçus jusqu'ici, ils ne s'y rencontrent pas moins très-prononcés comme nous l'avons vu.

Il nous est facile maintenant de nous rendre compte des mouvements du liquide céphalo-rachidien, tels qu'on les décrit, et de bien comprendre leurs rapports spéciaux avec les mouvements généraux que nous connaissons. Quels sont en réalité ces mouvements? existent-ils véritablement dans l'état physiologique ou sont-ils simplement le résultat de la lésion qui les provoque? Le liquide céphalo-rachidien jouit-il, comme on l'admet généralement, d'une translation totale ou partielle des cavités encéphaliques vers la cavité intra-rachidienne, et *vice versâ*, ou bien subit-il simplement une pression sur place? Est-il agité seulement d'une sorte de mouvement vibratoire sans déplacement moléculaire sensible?

C'est ce que je ne chercherai point à déterminer dans cette note. J'avoue, quant à présent, que le mouvement translatoire qu'on lui attribue me semble difficile à admettre dans la condition d'intégrité des enveloppes qui le contiennent. Ce que j'en dirai ici n'est que pour bien faire comprendre ce que l'on désigne sous le nom de mouvements du liquide céphalo-rachidien, et pour montrer combien en réalité les observations qui la concernent viennent confirmer les résultats de nos appareils des membres.

Le liquide céphalo-rachidien répandu à la surface du cerveau et du cervelet enveloppe aussi d'une manière médiate la moelle allongée et la moelle spinale, et communique par les espaces sous-arachnoïdiens de la base du crâne avec les cavités ventriculaires. C'est son accumulation non contenue, en raison du défaut de développement des arcs vertébraux, qui remplit la poche du spina bifida. Les battements observés sur cette poche sont analogues aux pulsations des fontanelles cérébrales ; ils montrent le liquide soumis ainsi que le cerveau aux doubles oscillations. Ces doubles oscillations deviennent parfaitement évidentes lorsque, comme dans les expériences de Magendie, on ouvre une issue au liquide, à l'espace occipito-atloïdien. Lorsque l'ouverture pratiquée est étroite, on le voit s'échapper en jets saccadés réguliers, tantôt forts, tantôt faibles ; chaque jet correspond à un battement du cœur, et la force de projection varie suivant les temps de la respiration. Pendant l'inspiration la projection est moindre, pendant l'expiration la projection arrive à son maximum. Il semble évident qu'en adaptant convenablement à l'orifice de sortie un tube explorateur, comme celui de M. Bourgougnon pour le cerveau, ou celui des appareils des membres, on dirigerait et observerait la colonne de liquide, et qu'on la verrait se comporter exactement de la même manière que les autres, oscillant comme elles et attestant une pression au moment de l'expiration, une détente au moment de l'inspiration, avec la succession ordinaire des saccades descendantes et ascendantes intermédiaires. C'est qu'en effet, pour une partie des centres nerveux, la partie ventriculaire, l'encéphale représente véritablement notre appareil retourné, le liquide devenant intérieur à l'organe au lieu

d'être extérieur, et pour l'autre partie, c'est notre appareil lui-même.

Comment ce mouvement saccadé du liquide céphalo-rachidien se produit-il? D'après les données que nous avons maintenant, n'est-il pas évident que l'interprétation des mouvements du liquide céphalo-rachidien se déduit des mêmes raisons que les mouvements des membres. C'est qu'en effet, pour la disposition anatomique qui le concerne et qui ressemble à nos appareils des membres, c'est-à-dire pour la partie extra-cérébrale, le mouvement se produit, comme dans nos appareils eux-mêmes, par l'expansion centrifuge du cerveau, tandis que dans l'intérieur des ventricules, c'est par l'effet de l'expansion centripète qu'il a lieu.

Quelles modifications apporte à ces mouvements la présence des sinus veineux intra-rachidiens? La pression du liquide rachidien a-t-elle pour fonction d'aider au refoulement du sang de ces sinus et d'activer son retour vers le centre circulatoire? L'excès de circulation cérébrale sert-il à favoriser ce mouvement? Jusqu'à présent, nous ne connaissons guère l'histoire du liquide céphalo-rachidien que par les recherches de Magendie, et il pourrait certainement être encore un beau sujet d'expérimentation.

Dans tous les cas, des divers rapprochements qui précèdent, il semble se dégager cette conclusion : que les mouvements du cerveau, ceux du liquide céphalo-rachidien, ceux des membres, identiques dans leurs manifestations, reconnaissent tous la même cause, la double expansion que subit l'arbre circulatoire tout entier, et que partout ils représentent la somme totale des pressions vasculaires sous la double influence du cœur et du poumon. Il y a donc pour eux tous possibilité d'une assimilation complète.

§ 4. — Notes historiques concernant les faits précédents.

Les faits principaux énoncés dans cette note ne sont point à proprement parler une nouveauté. L'idée première et la conclusion se trouvent déjà en 1846 dans une analyse succincte insérée aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* (1).

(1) J. Müller l'a reproduite en partie dans le 6e cahier de ses *Archives de physio-*

Des expériences exécutées dans toutes les conditions de précision et d'exactitude démontrent que les membres sont soumis à un mouvement d'expansion et d'affaissement double, entièrement semblable au mouvement à deux temps que nous connaissons au cerveau.

Les mouvements des membres se font aussi en deux temps : Premier temps : Expansion. — L'expansion des membres, de même que celle du cerveau, est plus prononcée pendant la systole ventriculaire ; elle est surtout exagérée pendant l'expiration. Second temps : Affaissement. — L'affaissement qui suit, parfaitement marqué durant le repos des ventricules, devient de la plus complète évidence sous l'influence de l'inspiration.

Chacun de ces mouvements se compose à son tour de deux degrés :

Premier degré, degré faible. — Expansion petite, coïncidant avec les battements du pouls ; expansion ventriculaire.

Second degré, degré fort. — Expansion large, elle a lieu pendant l'expiration ; expansion expiratoire.

L'affaissement se remarque dans les autres temps de la respiration et de la circulation. Il est à deux degrés comme l'expansion.

Premier degré, affaissement faible.—Il concorde avec le temps de repos des ventricules.

Second degré, affaissement plus caractérisé. — Il coïncide avec l'inspiration.

Les mouvements des membres offrent donc avec les mouvements du cerveau la plus parfaite ressemblance. Ils concordent aussi avec les mouvements observés dans les canaux sanguins artériels et veineux.

Cette dernière concordance présente surtout de l'intérêt en ce sens que plus un membre ou une portion de membre contient proportionnellement de parties molles, plus il présente manifestement le mouvement d'expansion double ; et comme la propor-

logie, 1847. *Note sur les doubles mouvements observés aux membres et comparés aux doubles mouvements observés sur le cerveau* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. XXII, 20 avril 1846).

tion des parties molles d'un membre se montre toujours dans un rapport constant avec la richesse des réseaux capillaires, on trouve que plus les parties molles sont fournies de vaisseaux et plus les mouvements d'expansion prennent d'évidence.

En 1853, l'*Union médicale*, dans son n° du 17 mai, inséra un article dans lequel, à propos des tables tournantes, j'ai parlé des forces inconscientes mises en jeu par ces doubles mouvements auxquels le corps entier participe, et elles permettaient d'expliquer, par des lois de physiologie et de mécanique, ces phénomènes de gyration qui troublaient à cette époque bon nombre de cervelles. On retrouvera dans cet article l'idée première des appareils et des développements que nous avons donnés ici.

I. — Examinons donc sérieusement ce que c'est que ce mouvement imprimé à des corps inanimés.

Incontestablement il est réel et se produit toutes les fois que l'on expérimente avec patience et, qu'on me passe l'expression, avec recueillement. Quelle en est la cause? Je la crois assez complexe, mais il ne se rencontre dans les éléments de cette force rien d'inconnu, rien de surnaturel.

Disons d'abord que l'on peut s'affranchir d'une précaution qui enlève déjà une partie du merveilleux. Le phénomène se produit sans que la chaîne soit nécessaire et les mains restant entièrement isolées.

Vous avez lu, ce matin, dans le *Journal des Débats*, l'extrait d'une lettre de M. le professeur Chevreul à M. Ampère, et son interprétation d'un phénomène exactement comparable. Il paraît qu'à l'époque, cette découverte des mouvements d'un pendule avait produit quelque émotion, puisque le savant et judicieux M. Ampère s'en inquiétait. L'émotion d'alors a passé et malheureusement on a tout oublié, le fait aussi bien que l'interprétation. Je dis malheureusement, parce que l'interprétation de M. Chevreul est tout aussi vraie pour l'*émotion actuelle* que pour l'ancienne. En résumé, la voici :

1° D'après l'illustre professeur, il existerait des mouvements musculaires en dehors de la conscience dans les muscles de la vie

de relation, comme il en existe dans les muscles de la vie organique.

2° L'homme en présence d'un corps qui se meut se trouve dans un état psychologique particulier tout à fait en dehors des déterminations volontaires et auxquelles il ne saurait résister; cet état est caractérisé par une *tendance* au *mouvement* qui nous porte irrésistiblement à suivre le mouvement produit sous nos yeux. C'est cette tendance qui fait que le joueur de billard suit sa bille et cherche à la conduire après l'impulsion donnée, c'est celle qui nous fait suivre l'oiseau qui vole, la pierre lancée, etc.

II. — Ainsi voilà deux causes bien précises : des mouvements musculaires en dehors de la conscience, communiquent une première impulsion; puis une tendance particulière nous porte à exagérer involontairement cette impulsion première.

Dire que les expériences qui servent de base à ces conclusions ont été conduites par M. Chevreul, et que M. Ampère les accepta comme concluantes, c'est suffisamment affirmer qu'elles méritent entière confiance. L'interprétation est simple, elle est rationnelle, elle s'accorde entièrement avec les lois connues de la physique et de la physiologie; elle est donc parfaitement satisfaisante.

Seulement M. Chevreul me semble avoir oublié une cause de quelque importance. Elle est toute physiologique et appartient à la dynamique vasculaire. C'est en quelque sorte la conséquence et la conclusion des travaux plus récents de MM. Isidore Bourdon, Magendie, Flourens et Poiseuille. La voici mise en action :

Lorsque les deux jambes sont croisées, le creux poplité de l'une sur le genou de l'autre, le pied libre n'est pas immobile : il oscille. Ses oscillations sont régulières et correspondent parfaitement aux pulsations du cœur et du pouls. Les mouvements de projection en avant ont une certaine puissance, puisque, au dire de Sénac et de Haller, un poids de *cinquante livres* attaché au bout du pied est poussé sensiblement encore.

Lorsqu'on tient à la main une feuille de papier ou quelque autre corps léger, le bras étant demi-fléchi, on voit ce corps osciller de la même façon.

Ces oscillations sont généralement rapportées aux pulsations des artères seules. Mais pour peu que l'on réfléchisse un moment aux lois générales de la circulation vasculaire, il est évident que tout le système vasculaire sanguin doit participer à sa production. On peut le prouver à l'aide d'un petit appareil très-simple, et puisque le public aime à s'amuser à des expériences, je lui conseille celle-ci qui met en quelque sorte les battements du cœur sous les yeux.

III. — On prend un petit bocal à large ouverture. On choisit un bouchon peu épais capable de fermer hermétiquement; puis on perce ce bouchon de deux trous. L'un est destiné au pouce qui doit s'enfoncer aussi profondément que possible dans le bocal et à frottement; l'autre donne passage à un petit tube de 1 millimètre de diamètre à peu près et de 10 à 15 centimètres de longueur.

Cela fait, on remplit le bocal d'eau tiède et l'on enfonce le pouce en ayant soin qu'il ne reste pas d'air dans le bocal. Ceci est facile si l'on prend la précaution de faire que l'extrémité intérieure du petit tube affleure le bouchon, parce qu'alors l'air s'échappe avec le trop-plein du bocal.

Si le liquide ne fuit pas, voici ce que l'on observe : la colonne de liquide contenue dans le petit tube oscille; elle monte et descend alternativement, et chaque mouvement d'ascension correspond à une pulsation du pouls. C'est invariable. Il est important que la respiration soit calme; car dans les grands mouvements de respiration, le liquide peut déborder et dans l'inspiration suivante on court le risque de faire rentrer de l'air par suite de l'abaissement trop considérable de la colonne liquide. Dans l'expiration forcée, dans l'effort, le liquide déborde avec abondance.

Pour rendre ces phénomènes très-évidents, il suffit d'opérer sur des portions de membres ou sur des membres entiers. En expérimentant sur la cuisse et la jambe, par exemple, on a des hauteurs d'oscillation de 15, 30, 40 centimètres, suivant les diamètres des tubes, et l'influence de la respiration devient très-claire; on se rappelle alors forcément les mouvements pulsatifs du cerveau et les oscillations de la colonne de liquide qui les

met en évidence dans l'appareil du docteur Bourgougnon. La ressemblance est des plus complètes.

Il est donc infiniment plus rationnel de rapporter le mouvement de la jambe à une turgescence des parties molles représentant la somme de toutes les dilatations vasculaires, qu'à la seule dilatation de l'artère.

IV. — Que ce soit par suite d'une cause ou d'une autre, le corps entier est agité de mouvements oscillatoires sous l'influence des contractions du cœur, et ces mouvements oscillatoires sont amplifiés par la respiration. Deux observations très-simples peuvent servir de preuve à cette assertion. Pour les bien réussir il suffit de s'abandonner sans gêne, sans contrainte et sans le moindre parti pris, les muscles restant dans la position de repos relatif la plus grande pour l'attitude que l'on choisit.

On s'assied sur une chaise, en se renversant en avant, de manière à ne laisser appuyer sur le parquet que les deux pieds de devant de la chaise. Les coudes reposent sur les genoux, les bras sont croisés l'un sur l'autre horizontalement. Des oscillations d'avant en arrière se manifestent presque immédiatement, et bientôt, malgré soi, on exagère l'amplitude des oscillations jusqu'à arriver à perdre l'équilibre. Dans l'attitude debout, on constate de même des oscillations de la partie supérieure du corps, et l'on sent que le mouvement est involontaire et qu'il vous entraîne alternativement en avant et en arrière. Dans cette dernière attitude surtout, lorsque le corps est maintenu à quelque distance d'une table ou de tout autre meuble résistant sur lequel on appuie légèrement l'extrémité des doigts, le mouvement oscillatoire de tout le corps se trahit par une légère flexion des doigts. Cette force oscillatoire doit donc aussi concourir à la production du mouvement gyratoire.

Dans les explications données ces jours derniers, on a mentionné avec juste raison une dernière catégorie de forces. Elle résulte des contractions involontaires des muscles qu'une action trop prolongée fatigue et qui cherchent incessamment à rassurer leur équilibre. Chacun peut sentir, en effet, ces contractions involontaires et suivre leur influence à mesure que la fatigue

augmente. Remarquez que c'est précisément cette fatigue qui indique aux enthousiastes que le fluide commence à se dégager. Il faut avouer que ce fluide qu'on dit nerveux est d'une nature bien bizarre ; plus on en a dépensé et plus on est riche...

V. — Ainsi donc, pour nous résumer, le même individu doit être considéré comme représentant un *système de forces* susceptibles de se décomposer en quatre forces principales. Trois d'entre elles appartiennent essentiellement à la physiologie classique. Ce sont : 1° des contractions musculaires en dehors de la conscience, comme le pense M. le professeur Chevreul ; 2° des contractions musculaires involontaires résultant de la fatigue que produit une tension trop prolongée ; 3° des mouvements oscillatoires déterminés par la force aortique du cœur et appartenant à la dynamique vasculaire ; 4° une dernière force qui est plutôt du domaine psychologique et qui n'est pas moins remarquable, caractérisée par M. Chevreul d'*état particulier*, déterminant la *disposition* ou *tendance* au mouvement qui nous porte, malgré nous, à exagérer et à continuer le mouvement commencé par les trois autres.

Lorsque deux, six ou dix personnes sont placées autour d'un corps qui finit par tourner après un certain temps d'imposition de leurs mains, ce corps peut être considéré à son tour comme sollicité par un système de forces dont la résultante fixe la direction et la vitesse. C'est ce qu'on peut appeler le *système collectif*, en opposition avec le premier qui serait désigné sous le nom de *système individuel*. Un mouvement d'abord vague est communiqué, puis ce mouvement prend un sens précis. C'est alors que l'on commence à l'aider, qu'on le suit malgré soi. La ronde est commencée, lente d'abord, puis elle marche, elle court, se précipite, s'accélérant incessamment. Cela rappelle parfaitement la locomotive qui, avec un poids de 15000 kilogr., traîne à sa suite un convoi de 150 000 kilogr. et plus à une vitesse prodigieuse, chaque coup de piston nouveau donnant une accélération de vitesse jusqu'à la limite particulière que fixe la somme des résistances rencontrées.

Le phénomène s'explique donc naturellement...

QUELQUES OBSERVATIONS DE BILE INCOLORE

Par M. E. RITTER,
Agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg.

Le point de départ des observations que je vais relater, est le fait suivant :

Le professeur Kuss avait à soigner un homme de cinquante-quatre ans, qui se plaignait de troubles gastriques ; la digestion devenait très-pénible quatre ou cinq heures après les repas ; le malade, qui ne digérait relativement bien que la viande, fut soumis à un régime exclusivement animal. Par hasard, le médecin apprit que le malade rendait depuis une quinzaine des excréments moulés d'une coloration blanche ou grise. L'analyse de l'urine fut immédiatement faite et conduisit à un résultat négatif au point de vue de la recherche des pigments biliaires; la peau, la sclérotique étaient pâles et anémiées, il n'y avait pas la moindre coloration ictérique, et l'idée de rétention biliaire fut donc rejetée. J'entrepris alors l'analyse des excréments de vingt-quatre heures; elle fournit les résultats suivants:

Eau	780gr,5
Sels	104 6
Graisse	29 1
Matière organique	85 8
	1000gr,0

L'acide azotique ne donne avec l'extrait aqueux qu'une coloration rose. Le sucre et l'acide sulfurique (réaction de Pettenkoeffer) ne donnèrent pas de coloration pourpre, ce qui força à conclure à l'absence des acides biliaires. L'extrait éthéré n'abandonna pas de cholestérine. Il ne fut pas possible d'isoler la taurine à l'état cristallisé, mais les réactions suivantes permettent néanmoins d'en admettre l'existence. Les solutions aqueuses, traitées au préalable par la chaleur et quelques gouttes d'acide

azotique, pour éliminer les matières albuminoïdes, ont été précipitées par du chlorure de baryum, ce qui élimine les sulfates. Le liquide filtré, évaporé à siccité, a été calciné avec un mélange de carbonate de soude et d'azotate de potasse bien exempts de sulfates; de cette manière, la taurine est transformée en sulfate; en opérant de cette manière, on obtint un précipité assez notable par le chlorure de basium versé dans le résidu dissous dans un acide.

Les excréments rendus par une personne bien portante, se comportent d'une manière identique ; remarquons encore que la proportion de graisse est identique dans les deux cas. Or, lorsque la bile cesse d'être sécrétée, la quantité de graisse augmente d'ordinaire au point que les excréments prennent à la température de 40 à 50° l'aspect du beurre fondu.

Se basant sur ces faits, on fut admis à conclure que le malade sécrétait une bile dépourvue de ses pigments. L'expérience suivante fut instituée pour vérifier cette hypothèse. L'administration d'un purgatif a souvent pour but l'expulsion de liquides, dans lesquels les propriétés des tauro et glycocholates persistent; notre malade, à la suite d'une purgation au calomel, rendit des fèces dans lesquelles le sucre et l'acide sulfurique donnèrent la réaction manifeste des acides biliaires ; l'acide azotique cette fois ne produisit même pas la coloration rose ; je dois ajouter que j'ai employé les procédés les plus délicats et que j'ai même opéré sur les liquides concentrés au bain-marie.

Huit jours après, le malade, sans motif connu, vit reparaître des excréments ayant une coloration jaune, qui devint et persista brune les jours suivants ; le régime n'avait pas varié.

Deux ans après, vers le milieu du mois de juillet 1871, M. Kuss me remit une nouvelle quantité d'excréments blancs rendus par le même malade ; l'analyse conduisit à des résultats identiques avec ceux de la première analyse ; malheureusement les événements politiques forcèrent le malade à quitter Strasbourg, et m'empêchèrent de continuer les analyses des humeurs du patient.

La conclusion que M. Kuss et moi nous avons tirée de cette observation, fut que l'économie peut dans certains cas sécréter

une bile incolore. On peut se demander ce que devient dans ces cas la théorie qui admet que la bilirubine et les autres matières colorantes de la bile sont de l'hématine plus ou moins modifiée provenant de la décomposition des globules rouges. J'ai analysé les urines de notre malade et je suis arrivé à des résultats très-intéressants qui peuvent servir à interpréter le phénomène. Mais mes conclusions ne paraîtraient probantes au lecteur que si je les étayais sur d'autres faits qui les confirmeraient, mais qui m'entraîneraient trop loin du sujet actuel.

Mon attention était éveillée dorénavant sur la possibilité de l'existence de biles dépourvues de matières colorantes; je reconnus bientôt que le fait n'était pas aussi rare que je le pensais. Je suis porté à croire que ce que l'on nomme dans les autopsies « vésicules remplies d'un mucus incolore et filant » sont des cas de bile incolore. J'en ai trouvé non-seulement chez l'homme mais encore chez les animaux.

Ce fut une oie engraissée qui me présenta le premier cas de bile blanche; l'analyse ne fut pas faite; quinze jours après, je trouvai chez un autre de ces animaux un liquide blanc grisâtre, visqueux et très-trouble; après battage il filtre très-lentement; le liquide transparent coagula par la chaleur, l'acide azotique y produisit un trouble soluble dans un excès de réactif, mais pas de coloration caractéristique; la réaction de Pettenkoeffer indiqua nettement la présence des acides biliaires. Notons que le cadavre de l'animal était légèrement coloré en jaune. Nous voici donc en présence d'un liquide qui renferme les acides de la bile, de l'albumine, mais qui ne contient pas de matières colorantes. Cette analyse doit être rapprochée de celle de Thenard, qui a observé une bile renfermant de l'albumine chez un malade qui avait un foie gras.

Le troisième cas se présenta chez un chien, mort à la suite d'une injection de glycocholate de soude, la bile était tout à fait incolore; malheureusement elle fut jetée par suite d'une méprise du servant et ne put être analysée. Ajoutons seulement que le chien n'avait qu'une teinte ictérique faible, et que son foie avait subi un commencement de dégénérescence graisseuse.

L'observation suivante est plus complète. Le chien fut sacrifié à une conférence de médecine opératoire. Le foie, un peu atrophié, présentait des îlots de dégénérescence graisseuse; la vésicule renfermait 32 grammes d'un liquide biliaire presque incolore. Les excréments du gros intestin étaient blancs; l'urine donnait par l'acide azotique une coloration rouge, mais pas la moindre coloration verte ou bleue. L'analyse de la bile filtrée donne les résultats suivants :

Sels de soude des acides de la bile....	58,8
Matière organique................	2,0
Corps gras et cholestérine..........	8,4
Sels..........................	7,9
Eau..........................	922,9
	1000,0

L'analyse de la bile a été faite par le procédé suivant :

Une partie de la bile a été, après pesée, évaporée à siccité, puis calcinée; on a de cette manière déterminé l'eau, les sels et l'ensemble des matières organiques. Le restant de la bile a été évaporé à siccité, repris par de l'alcool absolu, qui a laissé un résidu de sels et d'une matière organique qu'il ne m'a pas été possible de caractériser. La solution alcoolique traitée par l'éther absolu a laissé déposer les sels de soude des acides biliaires; ce précipité poisseux, lavé avec de l'éther, évaporé et pesé, nous a fourni le chiffre qui représente les sels de soude des acides biliaires. Les liquides alcoolico-éthérés, évaporés à siccité, ont été repris par de l'éther absolu, qui a dissous la graisse et la cholestérine, la solution éthérée a été évaporée dans une fiole tarée. La différence entre le poids des matières organiques et le poids des sels de soude des acides biliaires, de la graisse et de la cholestérine, donne notre chiffre des matières organiques.

Chez un autre chien, qui fut également sacrifié dans le cours d'une opération sanglante, je trouvai dans la vésicule 17 grammes d'un liquide jaune, visqueux et trouble, qui ne donna ni par l'acide azotique, ni par le sucre et l'acide sulfurique de colorations; le liquide ne se troublait pas par la chaleur, mais il précipita par l'acétate et le sous-acétate de plomb, l'alcool; l'acide

acétique y produisit un louche; ce sont là des caractères qui se rapprochent de ceux du mucus.

Chez l'homme, j'ai rencontré trois cas de bile incolore, dont il me fut possible de faire l'analyse. Un quatrième cas se présenta à la clinique du professeur Hirtz; il se trouve rapporté dans la thèse de M. Grollemund (1869, n° 197) mais l'analyse ne fut pas faite.

1[er] *cas.* Fille âgée de vingt-trois ans, morte de phthisie, pas d'ictère, les autres renseignements n'ont pu m'être fournis.

Le foie était gras comme celui de tous les phthisiques; la vésicule ne renfermait que 29 grammes d'un liquide filant et clair dont voici la composition :

Sels de soude des acides de la bile....	55,2
Matière organique................	2,1
Corps gras et cholestérine...........	6,8
Sels..........................	12,4
Eau..........................	923,5
	1000,0

Le gros intestin renferme des fèces molles, dont l'analyse n'a présenté rien de remarquable à noter, la présence des acides de la bile y était plus que douteuse. La vessie renfermait encore quelques grammes d'urine qui ne donna avec l'acide azotique aucun indice de la matière colorante de la bile.

2[e] *cas.* Foie trouvé, sans indication d'origine, sur une table d'amphithéâtre; le foie était légèrement gras; la vésicule renfermait 42 grammes de bile, filante et claire, ne coagulant pas par la chaleur. En voici l'analyse :

Sels de soude des acides biliaires.....	62,8
Matière organique................	1,9
Corps gras et cholestérine...........	7,2
Sels..........................	8,1
Eau..........................	920,0
	1000,0

3[e] *cas.* Homme de quarante-huit ans, mort d'une méningite, suite probable d'alcoolisme (service de M. Schützenberger).

Le foie est ratatiné et présente des îlots de dégénérescence grais-

seuse bien marquée; la vésicule ne renfermait que 25 grammes de bile un peu jaune, mais très-épaisse et ne coagulant pas par la chaleur.

Sels de soude des acides biliaires	59,1
Matière organique	3,1
Corps gras et cholestérine	8,9
Sels	11,4
Eau	917,5
	1000,0

Les faits précédents démontrent que le foie biliaire peut dans certains cas sécréter un liquide qui, tout en renfermant les acides caractéristiques de cette sécrétion, est privé des matières colorantes. Je crois inutile d'avancer ici une théorie qui expliquerait ces anomalies d'une manière plus ou moins plausible. Les observations ne sont pas encore assez nombreuses et assez complètes; c'est à ceux qui sont dans le cas de faire des autopsies, de ne plus laisser sans analyse les cas où ils rencontrent de la bile incolore; *l'apparition d'excréments blancs ne coïncidant pas avec un ictère mérite surtout l'attention des médecins.*

Notons seulement en terminant que, dans quelques cas surtout chez les animaux, la bile incolore coïncidait avec l'ictère; mais, fait plus remarquable, tous les cas ont coïncidé avec une *dégénérescence graisseuse* plus ou moins avancée du foie.

ANALYSE

DES GAZ DU SANG

COMPARAISON DES PRINCIPAUX PROCÉDÉS, NOUVEAUX PERFECTIONNEMENTS

(Mémoires présentés à l'Académie des sciences dans les séances des 22 et 29 janvier 1872.)

Par MM. ESTOR et G. SAINT-PIERRE
Professeurs agrégés à la Faculté de médecine de Montpellier.

Nos premières recherches sur les gaz du sang (1) ont été faites exclusivement par le procédé de M. Cl. Bernard, c'est-à-dire en déplaçant les gaz du sang par l'oxyde de carbone. Afin d'éviter les transvasements, nous avons employé, dans des expériences ultérieures (2), un appareil consistant en une *cloche courbe, à deux branches*, qui nous permet de faire une analyse complète des gaz du sang dans un seul et même tube. Cet appareil a été construit sur nos indications par M. Alvergniat ; nous l'avons fait connaître dans une précédente communication ; il a été présenté à l'Académie, et plusieurs savants en ont adopté l'usage. Il nous semble donc inutile de revenir aujourd'hui sur ce premier perfectionnement.

Mais la méthode de M. Cl. Bernard n'est-elle pas inférieure, quant à sa valeur, à celle de l'extraction des gaz du sang par le vide, sans oxyde de carbone ? — Pour répondre à cette question, que bien des expérimentateurs se sont posée, nous avons entrepris des expériences comparatives. Elles nous permettent de considérer ces deux méthodes comme donnant des résultats concordants, au point de vue de l'extraction de l'oxygène, seul but actuel de nos recherches. Grâce aux libéralités de

(1) *Recherches expérimentales sur les causes de la coloration rouge des tissus enflammés.* (*Journ. de l'anat. et de la physiol.*, juillet 1864).

(2) *Sur un appareil propre aux analyses des mélanges gazeux, et spécialement au dosage des gaz du sang* (*Journ. de l'anat. et de la phys.*, janvier 1865). — *Du siége des combustions respiratoires.* Recherches expérimentales (*Id.*, 1[er] avril 1865).

l'Académie, nous avons fait construire des appareils qui sont démonstratifs de cette assertion, et dont plusieurs nous paraissent des perfectionnements utiles de la pompe à mercure usitée en Allemagne.

I

EXPÉRIENCES AVEC LA POMPE A MERCURE. — PERFECTIONNEMENT DES AUTEURS, DESTINÉ A COMBINER L'ACTION DU VIDE AVEC L'ACTION DE L'OXYDE DE CARBONE.

On sait que la pompe à mercure est un tube barométrique, manœuvré par un robinet à trois voies. La chambre barométrique est élargie en boule, et peut être ainsi en relation avec le récipient du sang. Ce récipient du sang consiste en un ballon de verre; il est isolé d'abord, se remplit sur une cuve à mercure, et s'ajuste ensuite hermétiquement sur un tube adducteur. Mais il suffit d'avoir employé cet appareil pour connaître la difficulté d'obtenir un ajustage satisfaisant entre le récipient du sang et le tube. Pour simplifier cette opération, on a eu l'idée de remplacer ce récipient par un tube de plomb recourbé, qui est mastiqué à demeure sur le tube adducteur et se termine à son autre extrémité par un tube de verre, destiné à s'adapter sur le vaisseau de l'animal en expérience.

Ce dernier appareil présente de graves inconvénients: il augmente démesurément la capacité des tubes, exige le remplissage préalable du tube de plomb *avec de l'eau, et mélange à cette eau le sang introduit dans l'instrument.* Mais, à nos yeux, il présente un inconvénient plus grave, celui de ne pas permettre l'emploi de l'oxyde de carbone pour déplacer les gaz du sang. Nous croyons en effet que, si le vide est capable d'extraire les gaz contenus dans le sang, l'action de l'oxyde de carbone, combinée avec celle du vide, doit permettre d'arriver à un résultat plus rapide et plus complet: nous croyons surtout qu'il importe de conserver l'emploi de ce gaz pour s'opposer instantanément à la continuation des phénomènes d'oxydation. Cela est d'autant plus nécessaire que les Allemands, qui se servent de la pompe à mercure de

Ludwig, sont obligés de laisser le sang dans le vide pendant vingt-quatre heures pour obtenir une extraction complète des gaz.

Nous avons donc cherché un moyen de combiner l'action du vide avec celle de l'oxyde de carbone, et nous croyons avoir résolu le problème d'une extraction complète et rapide.

Notre appareil, représenté figure 1, consiste en une pompe à

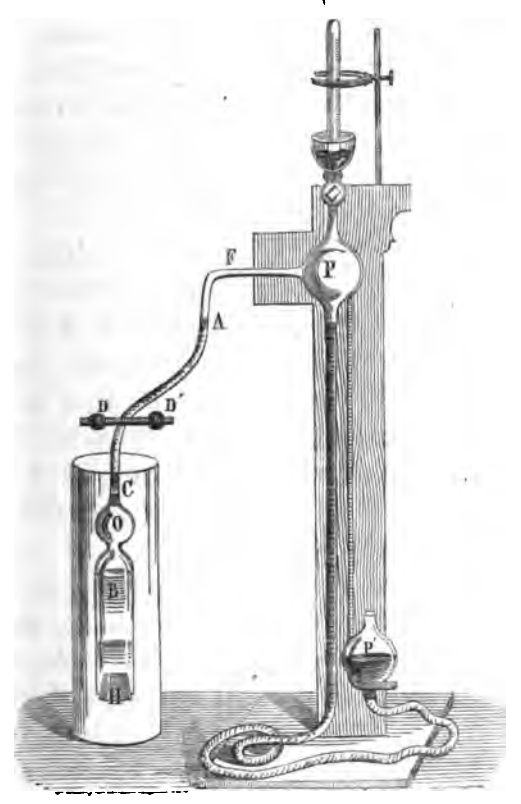


Fig. 1.

mercure ordinaire, P, P', dont le tube latéral, F, communique à demeure, par un tube de caoutchouc épais, AC, avec une cloche étroite et tubulée, B. Le tube de caoutchouc est long de 40 centimètres environ. La cloche jauge à peu près 100 cent. cubes; elle présente entre la tubulure et le corps de la cloche un renflement à collet, O, destiné à faire crever les bulles avant qu'elles

pénètrent dans la tubulure. La tubulure de la cloche s'engage dans le tube de caoutchouc, et la cloche est ouverte en bas. Toutes les pièces doivent rester fixées définitivement; il est donc facile de les ajuster d'une façon hermétique.

L'ouverture inférieure de la cloche peut être obturée par un fort bouchon de caouchouc, H; quand ce bouchon est préalablement graissé, nous nous sommes assurés qu'il est très-facile à placer et que l'obturation est absolue. Cette cloche plonge dans une cuve à mercure, et c'est sous le mercure qu'on la bouche à volonté avec le bouchon de caoutchouc. Enfin le tube A traverse une pince, D,D′, composée de deux plaques qui peuvent se rapprocher par l'action d'une vis de pression; cette pince permet d'ouvrir ou de fermer le tube à volonté.

L'appareil étant décrit, voici la manœuvre. A l'aide de la pompe à mercure, nous aspirons du mercure dans la cloche tubulée jusqu'à un niveau supérieur à celui de la pince D. Nous fermons la pince. Il devient facile de faire alors le vide dans toute la partie de l'appareil supérieure à la pince. Le vide étant fait, nous faisons passer dans la cloche B, qui repose dans la cuve à mercure, environ le tiers de son volume d'oxyde de carbone. A ce moment, l'appareil est prêt; il ne s'agit plus que de maintenir le mercure à une température voisine de 30 degrés.

D'un autre côté, nous plaçons sur le vaisseau de l'animal en expérience une canule en T, et nous retirons, au moyen d'une seringue graduée, le volume de sang convenable. Ce sang est poussé rapidement dans la cloche par une canule de fer courbe; il y rencontre l'oxyde de carbone. Le fond de la cloche reçoit le bouchon de caouchouc. Nous agitons vivement le sang avec l'oxyde de carbone, puis nous plaçons tout le système de la cloche et de ses ajutages dans un bain d'eau à la température voulue et préalablement bouillie.

La figure I représente ce temps de l'opération.

Il suffit maintenant d'ouvrir lentement la pince D pour voir les gaz passer dans la pompe à mercure, d'où nous les retirons par le procédé ordinaire.

Les avantages de notre procédé sont les suivants : manœuvre

très-facile ; — possibilité de mesurer la quantité de sang employé avant son introduction dans l'appareil ; — facilité de faire varier à volonté la température du bain dans lequel est plongée la cloche ; — et surtout obstacle absolu à toute entrée de l'air. Car, si le bouchon de caoutchouc n'obturait pas complétement (ce qui, d'ailleurs, est facile à éviter), ce serait de l'eau bouillie et non de l'air qui pénétrerait dans l'appareil pour se mêler avec le sang.

Il va sans dire que l'on peut opérer sans oxyde de carbone. Dans ce cas-là, pour empêcher le sang de mousser, ou la mousse de monter jusqu'à la pompe à mercure, il faut d'abord faire le vide très-lentement, et ensuite interposer sur le trajet du tube de caoutchouc AC, au-dessus de la pince DD', un tube de verre élargi en boule, d'une capacité de 20 cent. cubes environ. Mais, si l'on tient à ne pas employer l'oxyde de carbone, nous indiquerons plus loin un autre appareil qui nous paraît préférable.

Les expériences ci-après ont été faites par la pompe à mercure et l'oxyde de carbone combinés, suivant le procédé que nous venons d'indiquer. Les nombres qu'elles nous ont fournis avec les artères crurales et rénales sont absolument concordants avec ceux que nous avions trouvés par le procédé de M. Cl. Bernard, avec ou sans l'emploi de notre cloche courbe.

EXPÉRIENCE I[re]. — *Recherche des gaz du sang dans l'artère crurale droite d'un chien, par la pompe à mercure et l'oxyde de carbone.* (26 avril 1869.)

Chien de taille moyenne, blanc tacheté de noir, artère crurale droite. Nous trouvons pour cent volumes de sang. :

Oxygène................	6,13
Acide carbonique.........	3,07

EXPÉRIENCE II. — *Mêmes conditions que la précédente.* (5 mai 1869.)

Petit chien en digestion. Artère crurale gauche. Nous retirons 19,5 cent. cubes de sang, et nous trouvons sur 100 parties :

Oxygène................	6,15
Acide carbonique.........	9,20

EXPÉRIENCE III. — *Recherche de l'oxygène du sang dans l'ar-*

tère rénale droite, par la pompe à mercure et l'oxyde de carbone. (7 janvier 1870.)

Le sujet de cette expérience est un chien qui a déjà servi à deux expériences, le 9 et le 16 décembre 1869. Ces expériences sont décrites ci-après sous les chiffres V et VII.

Nous avons trouvé pour 100 volumes de sang :

Oxygène.................. 19,04

Expérience IV. — *Mêmes conditions que la précédente.* (14 février 1870.)

Chien gros, fauve, museau pointu, un peu amaigri par son séjour au laboratoire ; artère rénale du côté droit.

Nous avons trouvé, pour 100 parties de sang :

Oxygène.............. 17,85

Nota. — Dans les expériences précédentes, l'oxygène a été dosé par le phosphore, l'acide carbonique par la potasse. Comme dans toutes nos précédentes expériences, nous avons ramené les volumes des gaz à la température de 0 degré et à la pression de 760 millimètres. La température du bain dans lequel plongeait la cloche contenant le sang était de 35 degrés ; l'expérience durait de vingt à trente minutes.

II

COMPARAISON DE LA CLOCHE COURBE ET DE LA POMPE A MERCURE.

Les expériences précédentes ont démontré que la pompe à mercure, avec l'oxyde de carbone, donne des résultats concordants avec ceux que l'on obtient par la méthode de M. Cl. Bernard. Nous avons voulu corroborer cette assertion par des expériences comparatives sur le même sang. Dans ce but, nous avons retiré du vaisseau du chien une quantité double de sang, que nous avons partagée entre la pompe à mercure et la cloche courbe à oxyde de carbone.

Expériences V et VI. — *Recherche de l'oxygène dans le sang*

de l'artère crurale. Comparaison des résultats fournis par la cloche courbe et la pompe à mercure. (9 décembre 1869.)

Un chien noir tacheté de blanc, taille moyenne, est à la diète depuis quinze heures; il reçoit au laboratoire un repas copieux de matières grasses et sucrées. Une heure après nous prenons du sang, par une canule en T, dans l'artère crurale droite.

Nous trouvons, pour 100 parties de sang, les quantités d'oxygène ci-après :

Par la pompe à mercure...	8,50
Par la cloche courbe......	8,20

Expériences VII et VIII. — *Recherche sur le sujet précédent* (16 décembre 1869.)

Le même chien, un peu affaibli pourtant, nous fournit quelques jours après le sang de l'artère crurale gauche. Nous trouvons, pour 100 parties de sang, les quantités d'oxygène ci-après :

Par la pompe à mercure ...	6,20
Par la cloche courbe......	6,40

Expérience IX. — *Autre expérience sur le même sujet.* (10 janvier 1870.)

Dans un but d'expérience, nous avons soumis un chien à une hémorrhagie prolongée de l'aorte abdominale, au niveau de l'artère rénale. Vers la fin de l'hémorrhagie, alors que le chien était très-affaibli, nous avons fait une prise de sang qui a servi à la comparaison des deux méthodes d'analyse des gaz du sang. Le chien était blanc, à longs poils et petit de taille.

Nous avons trouvé, pour 100 parties de sang, les quantités ci-après :

Par la pompe à mercure ...	1,50
Par la cloche courbe......	1,90

III

BAROMÈTRE A LARGE CHAMBRE.

Dans le cas où l'on ne voudrait pas employer l'oxyde de carbone, le système le plus simple serait évidemment l'emploi de

la chambre barométrique. Nous avons réalisé cette disposition dans l'appareil suivant, que nous nommons *baromètre à large chambre.*

Cet appareil, représenté fig. 2, se compose d'un tube de verre, de 1 centimètre de diamètre et de 80 centimètres de long, plongeant en A dans une cuve à mercure, et terminé supérieurement

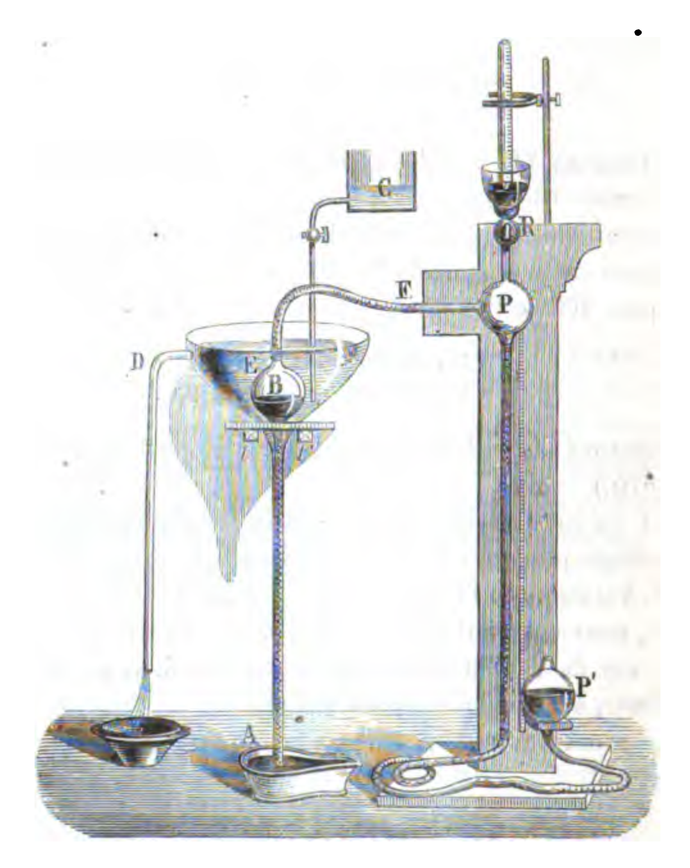


FIG. 2. — Baromètre à large chambre.

en B par un renflement en forme de boule, d'environ 40 centimètres cubes de capacité. Le mercure de la cuve est porté à la température voulue. La chambre B est entourée d'un manchon circulaire évasé en entonnoir, recevant du réservoir C de l'eau

chaude, et se vidant par le trop-plein D. Cette eau peut être portée à une température de 30 à 100 degrés.

A la partie supérieure de la chambre de ce baromètre s'adapte le tube E, qui communique en F, par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc, avec la pompe à mercure ordinaire, P. L'appareil entier est solidement fixé contre un mur en *tt'*.

Le grand avantage de cette disposition, c'est qu'elle ne comporte pas d'autre robinet que le robinet à trois voies de la pompe à mercure, et que le seul ajutage qui existe entre le baromètre et la pompe à mercure plonge dans l'eau du manchon. L'introduction de l'air est donc impossible.

L'expérience se fait de la manière suivante : Avec la pompe à mercure nous faisons le vide barométrique dans tout l'appareil ; nous constatons que le vide est complet et persistant par la constance du niveau du mercure, qui s'est élevé en B ; la colonne mercurielle AB doit être égale à celle du baromètre. Lorsque le vide est obtenu, nous introduisons le sang, à l'aide d'une seringue munie d'une canule de fer recourbée, par l'extrémité inférieure du baromètre. Le sang monte rapidement dans le tube B, où il se trouve à une température déterminée et sous une pression nulle. Le peu de sang qui reste adhérent aux parois du tube perd, de son côté, très-rapidement les gaz qu'il peut contenir.

Les expériences suivantes nous ont donné, avec cet appareil, des résultats concordants avec ceux que nous ont fournis la pompe à mercure et notre cloche courbe.

EXPÉRIENCE X. — *Recherche des gaz du sang de l'artère crurale du chien. Emploi du baromètre à large chambre.* (10 mai 1870.)

Chien fauve, basset, de taille moyenne; opération faite sur 15 centigrammes de sang pris dans l'artère crurale droite ; l'appareil est maintenu à la température de 35 degrés.

Nous avons trouvé, pour 100 parties :

Oxygène.................. 7,30

EXPÉRIENCE XI. — *Recherche des gaz du sang de l'artère cru-*

rale du chien. Emploi du baromètre à large chambre. (13 mai 1870.)

Sur le chien qui a servi à l'expérience X, nous prenons l'artère crurale gauche. Nous maintenons autour du sang de l'eau chaude, que nous amenons graduellement à la température de 90 degrés ; nous constatons que le sang s'est coagulé par la chaleur.

Nous trouvons, pour 100 parties :

Oxygène..................	5,00
Acide carbonique...........	5,07

Il est bon de noter que la quantité d'oxygène est au-dessous de la moyenne ; ce qui s'explique par la faiblesse du chien en expérience.

IV.

INFLUENCE EXERCÉE PAR L'EAU SUR LE SANG AU POINT DE VUE DE L'EXTRACTION DES GAZ.

Cependant dans quelques travaux publiés en Allemagne, il a été donné des nombres qui s'éloignent notablement des nôtres. Nous nous sommes appliqués à rechercher la cause de ces divergences ; dans ce but, nous avons fait varier successivement tous les éléments de l'expérimentation. Les résultats sont concordants avec ceux de nos expériences :

1° Quelle que soit la proportion d'oxyde de carbone (de un à trois volumes d'oxyde de carbone pour un volume de sang) ;

2° Quelle que soit la température (de 25° à la température de l'ébullition du sang) ;

3° Quelle que soit la durée de l'action de l'oxyde de carbone ou du vide (de trois à vingt-quatre heures). Il semblait que nous avions épuisé les diverses conditions du problème, lorsque nous avons remarqué (voy. § I, p. 5) que par la manière d'opérer des auteurs allemands, le sang se trouve nécessairement mélangé à une certaine proportion d'eau. C'est sur ce point qu'ont porté nos investigations et que nous avons institué les expériences ci-après.

Pour apprécier l'influence que peut exercer l'eau sur le sang, au

point de vue de l'extraction des gaz, nous avons opéré de la manière suivante :

Nous prenons des petits ballons de verre, d'environ 60 à 80 centimètres cubes de capacité. Ces ballons sont d'abord remplis de mercure sur la cuve. Puis nous y faisons passer à l'aide de l'entonnoir à gaz la quantité d'oxyde de carbone voulue et par le moyen d'une seringue graduée une proportion déterminée d'eau distillée, préalablement bouillie. L'appareil entier est maintenu à 25 ou 30°. D'un autre côté, nous prenons à l'aide d'une seringue graduée une certaine quantité de sang, que nous faisons passer dans l'appareil décrit ci-dessus. Nous agitons pendant une dizaine de minutes.

Après ces opérations, le petit ballon toujours renversé sur le mercure, est fermé par un bouchon de caoutchouc bien ajusté. Ce bouchon est traversé par un tube adducteur de gaz, trois fois recourbé et préalablement rempli de mercure. Pour rendre la manœuvre plus facile, notre tube est articulé en deux parties qui sont réunies par un tube de caoutchouc. Nous pouvons affirmer que cette opération, quoique délicate, est très-facile sur une grande cuve à mercure de laboratoire, et nous nous sommes assurés par des expériences d'essai, que cette manœuvre peut être faite avec la certitude de ne point introduire d'air.

Les ballons et le tube, une fois ajustés, le système entier est retourné et se présente alors comme un appareil ordinaire, destiné à recueillir les gaz dissous dans l'eau (appareil bien connu des chimistes qui ont fait des analyses d'eaux minérales). Le ballon assujetti sur un support est chauffé directement avec une lampe à alcool et les gaz sont recueillis dans une cloche graduée.

Nous avons chauffé, dans les expériences ci-après, avec lenteur, non-seulement jusqu'à coagulation du sang, jusqu'à ébullition et distillation d'une certaine quantité d'eau. Nous pouvons admettre que la vapeur d'eau a chassé les dernières traces de gaz.

L'analyse des gaz recueillis est faite par les procédés ordinaires, c'est-à-dire par le phosphore et la potasse. Nous corrigeons les résultats en les ramenant à la températnre de 0°, et à la pression de 760 millimètres.

EXPÉRIENCE XII. — *Recherche de l'oxygène dans le sang bouilli avec de l'eau* (13 janvier 1871).

Nous prenons 15 centimètres cubes de sang à l'artère crurale droite d'une très-petite chienne à long poil. Ce sang est introduit dans l'appareil à ébullition avec 20 centimètres cubes et 15 centimètres cubes d'oxyde de carbone. L'ébullition a été conduite avec régularité, mais le ballon a cassé avant que nous ayons pu affirmer que le dégagement gazeux était terminé. Nous avons obtenu pour 100 volumes de sang :

Oxygène.................. 13,32

EXPÉRIENCE XIII. — *Sur le même sujet.* (17 janvier 1871).

Chien brun, de forte taille, artère crurale droite. 30 centimètres cubes de sang sont divisés en deux moitiés qui sont introduites dans deux ballons à ébullition pareils. Ces deux ballons contiennent chacun 20 centimètres cubes d'eau et 20 centimètres cubes d'oxyde de carbone.

Nous trouvons pour 100 volumes de sang :

Ballon A.	Oxygène..........	21,64
Ballon B.	Oxygène..........	20,64

Cette expérience a été faite en double, pour démontrer que les conditions étant les mêmes, on obtint sensiblement les mêmes résultats.

EXPÉRIENCE XIV. — *Sur le même sujet.* (19 janvier 1871.) *Chien de l'expérience* du 17 janvier.

Nous prenons à l'artère crurale gauche 15 centimètres cubes de sang qui, traités dans le ballon à ébullition par 15 centimètres cubes d'eau et 25 centimètres cubes d'oxyde de carbone, donnent pour 100 volumes de sang :

Oxygène.......... 22,51

EXPÉRIENCE XV. — *Recherche de l'oxygène du sang étendu d'eau à la température* de + 30° c. — (29 décembre 1871.)

Chien de chasse, taille moyenne, couleur marron, artère cru-

rale droite. Nous prenons 30 centimètres cubes de sang que nous divisons par moitié dans deux cloches courbes. La première cloche contient déjà 20 centimètres cubes d'oxyde de carbone seul. La deuxième également 20 centimètres cubes d'oxyde de carbone, plus 15 centimètres cubes d'eau distillée, bouillie et tiède. Après l'introduction du sang nous agitons, maintenons plusieurs heures à + 30° et faisons l'analyse comme à l'ordinaire. Nous avons obtenu pour 100 parties de sang :

Cloche sans eau..........	7,89	oxygène.
Cloche avec eau..........	6,66	—

Cette expérience montre que l'action de l'eau à la température du corps humain ne permet pas d'extraire une quantité d'oxygène plus grande que par l'emploi de l'oxyde de carbone seul.

EXPÉRIENCE XVI. — *Recherche comparative de l'oxygène par la cloche courbe et l'ébullition avec l'eau.* (24 janvier 1871.)

Chien fort, artère crurale droite, emploi de la canule en T. Nous divisons 30 centimètres cubes de sang, savoir : 15 centimètres cubes dans la cloche courbe avec oxyde de carbone, et 15 centimètres cubes dans l'appareil à ébullition avec 20 centigrammes d'oxyde de carbone et 20 centigrammes d'eau.

Nous avons trouvé pour 100 volumes de sang :

Par la cloche courbe.............	6,66
Par l'ébullition avec l'eau.........	27,72

EXPÉRIENCE XVII. — *Recherche de l'oxygène dans le sang bouilli avec de l'eau.* (2 février 1872.)

Chien fort, artère crurale droite, canule en T. Appareil à ébullition avec 15 centimètres cubes de sang, 25 centimètres cubes oxyde de carbone, et 20 centimètres cubes d'eau. Pour 100 volumes de sang il y a :

Oxygène..........	29,95
Acide carbonique....	11,32

EXPÉRIENCE XVIII. — *Sur le même sujet.* (7 février 1872.)

Chienne d'assez forte taille, artère crurale droite. Mêmes conditions que dans l'expérience précédente.

Oxygène trouvé pour 100 vol. de sang..... 13,32

V.

CONCLUSIONS.

Le présent mémoire a eu deux buts :

1° Comparer les résultats fournis par les principales méthodes d'analyse du gaz du sang et montrer que ces résultats sont concordants ;

2° Établir que l'eau chaude, ajoutée au sang et bouillie avec lui, permet d'extraire des quantités d'oxygène plus considérables que celles que fournit le sang, sans cette addition et sans cette ébullition.

Quant à la nature et à l'origine de l'oxygène du *sang normal*, sur lequel ont porté nos précédentes recherches et à celles de l'oxygène du *sang dont les globules ont été dissous par l'eau*, ce sera l'objet d'un prochain travail.

Le présent mémoire a fait connaître en outre des appareils nouveaux et des procédés d'expérimentation qui, nous l'espérons, ne seront pas sans utilité pour des recherches analogues.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Recherches sur les mouvements de la Sensitive (*Mimosa pudica*, Linn.), par le docteur Paul BERT, professeur de physiologie à la Faculté des sciences de Paris (2e mémoire).

Dans les recherches nouvelles dont je publie aujourd'hui les résultats, j'ai considéré l'étude de la Sensitive à deux points de vue différents. J'ai d'abord, comme dans ma première communication (1), et à la suite des auteurs qui m'ont précédé, étudié de près les mouvements si remarquables qu'exécutent les feuilles de cette plante, cherché à préciser leur mécanisme et tenté d'expliquer leur raison prochaine. En second lieu, je me suis servi de la Sensitive comme d'une sorte de réactif délicat pour analyser l'influence sur les végétaux en général de certaines circonstances extérieures, dont les conséquences sont chez elle des plus faciles à saisir. Ceci demande quelques mots d'explication.

Les mouvements de la Sensitive sont, comme chacun sait, de deux ordres : les uns spontanés, et désignés sous le nom de *mouvements de sommeil et de réveil;* les autres provocables, et consécutifs à une excitation extérieure. Les premiers sont extrêmement répandus dans le règne végétal, et une observation attentive révèle chez presque toutes les plantes, chez quelques cryptogames même, une certaine différence dans la manière d'être aux diverses heures du jour et de la nuit. Les autres semblent beaucoup plus rares, et, malgré les faits bien connus relatifs aux mouvements provocables des feuilles, des étamines, des pistils, chez un grand nombre de plantes, ils n'en paraissent pas moins constituer une sorte d'exception singulière et presque choquante dans le règne végétal. Je crois cependant que des recherches plus précises montreraient, comme le pensent Hofmeister et plusieurs physiologistes allemands, que ce phénomène est plus commun qu'on ne le croit, qu'il est même tout à fait général, et que ce que l'on appelle exception n'est qu'une exagération.

A ce double titre, l'histoire des mouvements spontanés ou provocables de la Sensitive intéresse donc le règne végétal tout entier. Mais cette plante peut encore être utile d'une autre façon à la physiologie générale.

Lorsque des circonstances spéciales, favorables ou nuisibles, interviennent et agissent sur des végétaux, ceux-ci manifestent par des signes de prospérité ou de maladie l'influence de ces conditions. Mais ces manifestations sont lentes, et si la circonstance à étudier n'a qu'une faible durée, les signes

(1) Voy. *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, t. IV, p. 537. 1867.

peuvent faire complétement défaut. La Sensitive, au contraire, témoigne avec une rapidité singulière d'une extrême susceptibilité. Placez dans l'obscurité un végétal ordinaire, ce n'est qu'après un long temps qu'il paraîtra souffrir ; en deux jours, pendant la saison chaude, une Sensitive, dans cette condition nouvelle, deviendra insensible ; en six jours, elle sera morte. On peut, presque impunément, tordre, tailler, etc., la plupart des végétaux ; la Sensitive, si quelque brutalité de cet ordre est exercée contre elle, perd rapidement l'excitabilité, puis la vie. Elle est, comme je le disais tout à l'heure, une sorte de réactif délicat, qui décèle presque immédiatement une influence dont les végétaux ordinaires éprouvent également les effets, sans les manifester d'une manière bien sensible. Parmi les autres végétaux, la Sensitive est, si l'on peut ainsi parler, comme un animal à sang chaud parmi les animaux à sang froid. Lé physiologiste, embarrassé par la rapidité des phénomènes que présentent les mammifères, s'adresse aux reptiles, dont les manifestations vitales plus lentes se prêtent aisément à l'analyse. Je considère que la Sensitive devra rendre à la physiologie végétale les mêmes services que, par des motifs exatement inverses, a rendus et rendra la grenouille à la physiologie des animaux.

Après ces explications d'ordre général, j'arrive à l'étude des faits sur lesquels je désire actuellement fixer l'attention.

1° COMPARAISON ENTRE LA TEMPÉRATURE DE LA TIGE ET CELLE DU RENFLEMENT MOTEUR.

On sait qu'à la base du pétiole de chaque feuille de Sensitive se trouve un renflement, dont j'ai, dans mon premier mémoire, rappelé sommairement la structure. Ce renflement est le centre des mouvements qu'exécute la feuille, des mouvements spontanés comme de ceux que l'on peut provoquer, et c'est en lui, d'autre part, que se trouve le tissu qui détermine ces mouvements.

En cherchant à constater toutes les propriétés physiologiques que possède ce lieu dont les fonctions sont si importantes, j'ai eu l'idée de mesurer sa température, ou du moins de la comparer à celle d'autres points de la même plante. Je me proposais particulièrement de rechercher si, pendant le mouvement provoqué, il ne se développerait pas de chaleur en ce point, comme il s'en produit dans un muscle pendant la contraction.

Il est évident que, pour de semblablés recherches, il ne fallait point songer à se servir de véritables thermomètres. Les instruments thermo-électriques pouvaient seuls être employés. M. Rhumkorff voulut bien me faire construire, pour cette délicate étude, deux aiguilles thermo-électriques, à soudure terminale, dont la sensibilité était vraiment extraordinaire.

L'extrémité d'une de ces aiguilles fut appliquée sur un point de la tige ; l'autre sur le renflement moteur de la feuille la plus voisine, à quelques millimètres de distance de la première aiguille. La communication étant établie entre deux pôles des deux aiguilles, je mis les deux autres en rapport

avec un galvanomètre à gros fil dont l'aiguille était à zéro. Aussitôt, cette aiguille se mit en mouvement, lentement et progressivement, et prit, en quelques minutes, une nouvelle position d'équilibre qu'elle garda longtemps.

Suit le détail explicatif des précautions minutieuses qu'il est nécessaire de prendre dans ces expériences.

Revenons maintenant à notre expérience; l'aiguille du galvanomètre a dévié et se maintient immobile à une notable distance angulaire du zéro. Or, constamment, cette déviation indique que le renflement moteur est à une température moindre que celle de la tige, même dans le point le plus voisin.

Il était nécessaire, pour se mettre à l'abri de toute objection, de revêtir la soudure des aiguilles thermo-électriques d'une substance isolante qui arrêtât au passage les courants hydro-électriques, s'il en existait. Je l'ai fait : une mince feuille de papier de soie appliquée à l'extrémité de mes aiguilles n'a pas empêché la déviation galvanométrique; seulement elle a été beaucoup moindre, vu l'interposition d'un corps aussi mauvais conducteur de la chaleur.

Faisons maintenant, à titre d'exemples, le récit de quelques expériences.

I. 25 juillet 1869; 1 h. 30 m. après-midi. — La température de la chambre est de 25°3'. Les aiguilles sont appliquées, l'une (A) sur le renflement moteur de la feuille n° 4 (en partant du sommet de la plante), l'autre (B) sur l'entre-nœuds n° 4, à 3 ou 4 millimètres au-dessous de la feuille n° 4. L'aiguille du galvanomètre se met en mouvement, et s'arrête à 12 degrés, indiquant du froid dans le renflement. Je retire l'aiguille thermo-électrique A qui touche le renflement; l'aiguille du galvanomètre revient du côté du zéro, le dépasse, et s'arrête de l'autre côté à 2 degrés; la surface de la tige est donc en ce point un peu plus froide que l'air.

Réciproquement, en retirant et laissant dans l'air l'aiguille B, et replaçant au contact du renflement l'aiguille A, la déviation reprend son sens primitif, mais va jusqu'à 14 degrés.

Ainsi, dans cette expérience, en appelant zéro la température de l'air, celle de l'entre-nœuds était — 2 degrés, celle du renflement moteur — 14 degrés, ces chiffres représentant les angles décrits par l'aiguille du galvanomètre.

II. 26 juillet; 5 h. 30 m. du soir. — Différence entre le renflement n° 3 et l'entre-nœuds n° 3 : 20 degrés du galvanomètre, indiquant supériorité dans la température de l'entre-nœuds.

III. 26 juillet; 6 heures du soir. — Renflement n° 4 et entre-nœuds n° 4 : déviation froid pour le renflement, 22 degrés.

Il serait oiseux d'énumérer un plus grand nombre de faits particuliers. Je dirai seulement que 22 degrés a été la déviation maximum que j'aie rencontrée. Les chiffres moyens étaient de 9 degrés à 12 degrés; vers le 31 juillet, la plante étant devenue un peu malade, la déviation n'était plus que de 7 degrés à 8 degrés.

Quand on coiffait d'un papier de soie l'extrémité d'une des aiguilles thermo-électriques, les déviations diminuaient de 4 degrés à 5 degrés.

J'ajouterai que cette déviation a même été observée pour des feuilles devenues insensibles aux excitations, mais bien portantes encore. Dans un cas, par exemple, où la feuille résistait à la section ou même à la cautérisation des folioles, la déviation était de 13 degrés du galvanomètre.

J'ai à plusieurs reprises constaté que la tige avait, à peu de chose près, la température de l'air, et que, d'autre part, les différents points de la tige étaient, à un degré près du galvanomètre, à la même température.

Il m'a été impossible d'examiner la température des folioles; on ne peut maintenir le contact pendant un temps assez long. Il est très-probable qu'elle eût été moindre que celle de la tige, à cause de l'évaporation considérable qui s'opère à leur surface.

Cette réflexion donnait à penser : peut-être, en effet, la basse température du renflement tiendrait-elle à la descente de liquides séveux refroidis dans les folioles, liquides qui imprégneraient la masse cellulaire du renflement. Si vague et si facile à réfuter que fût cette explication, il valait mieux expérimenter que raisonner. Or, l'expérience, bien simple, consistait à chercher si la différence de température existerait encore après qu'on aurait enlevé à une feuille toutes ses folioles.

Je sectionnai donc, sur une feuille vigoureuse, le pétiole primaire à l'origine des pétioles secondaires. Dans ces conditions, le tronçon pétiolaire vit encore deux ou trois jours, et j'ai vu qu'il s'abaisse sous l'influence des excitations pendant environ vingt-quatre heures après la section. Or, sur un pareil tronçon, nécessairement malade, j'ai encore trouvé, au bout de quelques heures, des déviations de 5 degrés à 6 degrés. Il est évident que cette différence ne pouvait plus être attribuée au passage ou même à l'emmagasinement de quelque liquide froid.

Remarquons encore que le renflement moteur est dépourvu de stomates; le froid qu'il présente ne pourrait donc pas s'expliquer par une évaporation plus grande due à ces petits oscules, si tant est qu'ils servent véritablement à l'évaporation.

Je dois dire enfin que j'ai constaté les mêmes phénomènes, et avec un degré sensiblement égal d'intensité, en comparant la température du renflement avec un point voisin, soit de l'entre-nœuds situé au-dessous, soit de l'entre-nœuds supérieur.

Des observations très-nombreuses m'ont démontré que les différences de température dont je parle ne sont pas les mêmes à toutes les heures du jour et de la nuit. Mais l'étude de ces variations présente de grandes difficultés. Si, en effet, on prend les mesures en appliquant à plusieurs reprises les aiguilles thermo-électriques, on ne peut être certain que les contacts soient identiques, et il peut, et il doit en résulter des différences qui ne tiennent pas au phénomène que l'on étudie. Or, ce procédé défectueux est le seul que l'on puisse suivre, et ici se place une observation assez curieuse.

On peut, sans inconvénient, établir entre une des soudures et la tige elle-même un contact permanent; mais si l'on essaye de le faire pour le renfle-

ment moteur, on s'aperçoit, au bout de moins d'une heure, que le pétiole a fui devant l'aiguille et que le contact n'existe plus. On rapproche alors l'aiguille, mais le pétiole s'enfuit encore en se tordant. On peut aisément, ainsi, faire passer la feuille de l'autre côté de la tige et même commencer autour de celle-ci une sorte d'enroulement. Que si l'on insiste davantage, la feuille devient malade, insensible, et finit par mourir. On ne peut donc, sur la Sensitive, obtenir de contacts permanents.

Les faits que je viens de rapporter prouvent donc qu'il se passe dans le renflement moteur de la Sensitive des phénomènes dont le résultat est une *consommation de chaleur*, consommation qui doit être assez notable, si l'on considère que le très-petit volume de cette région l'expose à un rapide rétablissement d'équilibre avec l'air dont la température est toujours notablement supérieure à la sienne.

Malheureusement, ici se trouve dans mes observations une lacune grave, mais que je comblerai certainement l'année prochaine. Lorsque, après avoir terminé les expériences dont je viens de rendre compte, je voulus, avant d'aller plus loin, graduer mon galvanomètre et traduire en valeur thermométrique la valeur de ses déviations, un accident arriva à l'une de mes aiguilles, et il me fut impossible de procéder à cette graduation délicate. Je fis réparer l'instrument, mais mes plantes étaient devenues malades, la saison s'avançait, et bref, je dus me borner, pour cette année, à la constatation du fait, sans pouvoir en donner la mesure.

Cette consommation de chaleur, en une région dont l'importance physiologique est si grande, est certainement en rapport avec les phénomènes nutritifs qui paraissent s'y passer avec une grande énergie, et don. le résulat est la tension plus ou moins considérable du tissu cellulaire, tension de laquelle dépend l'inclinaison de la feuille par rapport à l'horizon. Ces phénomènes chimiques sont donc de l'ordre de ceux qui consomment de la chaleur; il serait tout à fait prématuré de chercher quelle peut être leur nature (dédoublement, hydratation, etc.); mais il me paraît important d'avoir constaté leur existence, car c'est la première fois, si je ne me trompe, qu'elle est signalée chez un être vivant.

Il est infiniment probable, pour ne pas dire plus, que ces phénomènes ne sont pas spéciaux à la Sensitive, et qu'on les retrouve chez les autres végétaux. Je me dispose, l'année prochaine, à les rechercher d'abord dans le gros renflement situé à la base du pétiole primaire dans les haricots. J'espère ainsi pouvoir suivre les variations de la température aux diverses heures du jour et de la nuit, ce qui serait très-important pour la théorie générale des mouvements présentés par les plantes sommeillantes.

Influence du mouvement provoqué sur la température du renflement moteur. — Nous pouvons maintenant nous demander ce qu'il advient de cette basse température du renflement moteur lorsque celui-ci entre en activité, c'est-à-dire lorsque la feuille s'abaisse à la suite d'une excitation.

Les aiguilles thermo-électriques étant disposées comme il a déjà été dit, on

excite le mouvement de la feuille en coupant rapidement avec des ciseaux l'extrémité d'un pétiole secondaire; l'abaissement de la feuille s'opère alors au bout de quelques secondes. En prenant, au moment de l'établissement du contact, des précautions suffisantes, il persiste malgré le mouvement de la feuille, et alors quelques secondes après, on voit l'aiguille du galvanomètre rétrograder lentement, et s'arrêter après s'être rapprochée du zéro, sans cependant jamais l'atteindre. Voici les résultats de quelques expériences :

I. 25 juillet; 2 h. 30 m. du soir. — Déviation de l'aiguille avant l'expérience, 11 degrés (froid pour le renflement); on excite la feuille qui s'abaisse. Après quelques secondes, l'aiguille revient sur elle-même et s'arrête à 8 degrés; elle y est encore à 3 h. 15 m.

II. 25 juillet; 11 heures du soir. — La feuille est très-relevée au-dessus de l'horizon. Déviation, froid pour le renflement, 13 degrés. Excitation et chute de la feuille; l'aiguille revient à 9 degrés.

III. 26 juillet; 3 heures du soir. — Avant l'excitation, 11 degrés; après, 8 degrés.

IV. 27 juillet; 11 heures du matin. — Avant, 22 degrés; après, 18 degrés et demi. — 4 h. 40 m. du soir : avant, 17 degrés; après, 14 degrés. — Le 28, 7 heures du matin : avant, 13 degrés; après, 11 degrés et demi. — Midi 30 minutes : avant, 15 degrés et demi; après, 12 degrés. — Le 29, 1 h. 30 m. du soir : avant, 17 degrés; après, 15°,5. — Le 30, midi 45 minutes : avant, 11 degrés; après, 8 degrés et demi.

On voit que la rétrogradation de l'aiguille galvanométrique a varié de 1 degré et demi à 4 degrés. Le retour à l'équilibre primitif met parfois plusieurs heures à s'opérer; quelquefois même, en vertu des modifications propres qui se passent dans le renflement, l'aiguille ne revient jamais à son point de départ. Cette déviation consécutive à l'abaissement de la feuille s'est même manifestée, bien que très-affaiblie, lorsque la soudure était enveloppée de papier de soie. Voici une expérience : 13 août, 4 heures du soir : déviation avant l'excitation, 6 degrés; après, 5 degrés.

Il s'agit donc bien là d'une certaine production de chaleur, qui est, soit la cause, soit la conséquence du mouvement de la feuille. Comme je ne connais pas la valeur thermométrique de cette calorification, et qu'elle doit être, dans tous les cas, très-faible, il m'était permis de me demander si elle n'était pas due à l'arrêt du mouvement de la feuille dont la force de chute doit se transformer en chaleur. Un calcul très-simple montre, en effet, que cette source de chaleur n'est pas absolument négligeable.

Mais j'ai revu la rétrogradation de l'aiguille indiquant production de chaleur dans des feuilles dont le plan de mouvement était horizontal; je l'ai revue même dans les feuilles à plan de mouvement vertical dont les pétioles secondaires, qui constituent presque tout le poids et par suite la force vive, avaient été enlevés : cependant, elle m'a paru, dans ces circonstances, avoir diminué, sans que j'aie pu faire la part de ce qui, dans cette diminution, revenait à la suppression de la force vive de chute ou à la disposition même de l'expérience.

Quoi qu'il en soit, il reste établi, en résumé : 1° qu'il s'opère régulièrement dans le renflement moteur de la Sensitive des modifications chimiques dont le résultat est une consommation de chaleur; cette consommation est assez énergique pour maintenir la température d'un organe aussi petit notablement au-dessous de celle de la tige et de l'air; 2° que le mouvement de la feuille, consécutif à une excitation, est accompagné de phénomènes calorifiques dont l'effet persiste assez longtemps, mais qui sont loin d'avoir une intensité suffisante pour rétablir l'équilibre de température entre le renflement et le milieu ambiant.

2° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE L'OBSCURITÉ SUR LES MOUVEMENTS.

Influence de l'obscurité prolongée ou de l'éclairage continu. — Hill, de Candolle, Dutrochet, et d'autres auteurs, ont étudié les rapports qui existent entre la présence ou l'absence de la lumière et les mouvements de la Sensitive. Mais ces observateurs n'examinaient que les mouvements des folioles, qui coïncident assez exactement, dans l'état régulier des choses, avec le lever ou le coucher du soleil. Quant aux mouvements des pétioles primaires, on s'en occupait peu, les croyant concomitants avec ceux des folioles.

Mais, depuis les faits signalés dans notre premier Mémoire, cette simultanéité ne peut plus être admise; il a même fallu, en quelque sorte, renverser l'ancienne proposition, et considérer comme l'état nocturne ce qu'on appelait état diurne.

Cette constatation nouvelle montrait que les mouvements du pétiole primaire ne commencent pas au moment où commencent soit le jour soit la nuit; mais elle ne pouvait rien sur le rapport qui peut exister entre ces mouvements et les alternatives des périodes diurne et nocturne. Il était important, au point de vue surtout de la théorie générale des mouvements spontanés, de chercher ce qu'il arriverait d'une Sensitive soumise d'une manière continue soit à la lumière, soit à l'obscurité.

J'ai fait ces expériences, et je vais en donner les résultats dans leurs détails chiffrés, et aussi sous une forme graphique qui permet d'en mieux saisir l'ensemble.

Une Sensitive bien vigoureuse (B) fut placée sur une table, auprès d'une fenêtre ouverte au couchant, et par laquelle les rayons directs du soleil n'arrivaient guère à la plante que de 4 à 6 heures du soir. Au bout de quelques jours, lorsque la plante fut bien habituée à cet état de choses, je commençai à prendre régulièrement des mesures de l'angle que faisait, avec la tige, le pétiole primaire de quelques-unes de ses feuilles (V. mon premier Mémoire). Après quatre nuits et quatre jours de cette observation, faite dans des conditions régulières, normales, j'éclairai tous les soirs, à partir de 7 ou 8 heures, ma Sensitive à l'aide de trois lampes, dont une lampe Carcel très-brillante. Ces lampes étaient disposées à $0^{m},50$ de la Sensitive, et leur lumière tombait sur elle d'en haut, suivant à peu près la direction des derniers rayons

que lui avait envoyés le soleil. Cette précaution était nécessaire pour éviter des torsions dans les feuilles. On allumait successivement les lampes, de manière à augmenter la lumière artificielle au fur et à mesure que diminuerait la lumière naturelle. L'éclairage durait toute la nuit, et souvent même agissait le matin en concurrence avec la lumière du jour. Après cinq nuits d'éclairage continu, on enleva les lampes, et l'on continua les observations pendant sept jours et sept nuits, dans les conditions normales.

Tout à côté de cette Sensitive, une autre plante de même taille et aussi vigoureuse (A) avait été placée dans un placard, qui fut laissé ouvert pendant plusieurs jours, Après une période de repos, je fis pour celle-ci les mêmes observations que pour la précédente, aux mêmes heures du jour et de la nuit. Après quatre jours et cinq nuits d'observation, le placard fut fermé, et la plante maintenue ainsi d'une manière continue dans l'obscurité. Elle y resta cinq jours, après quoi, comme il ne restait plus qu'une feuille vivante parmi celles qu'on observait, on rouvrit le placard, et l'on continua les mesures pendant sept jours et sept nuits de suite.

Cette longue et fatigante série d'observations avait donc duré, pour chacune des Sensitives, pendant 18 et 17 jours consécutifs, les mesures étant généralement prises de deux en deux ou de trois en trois heures.

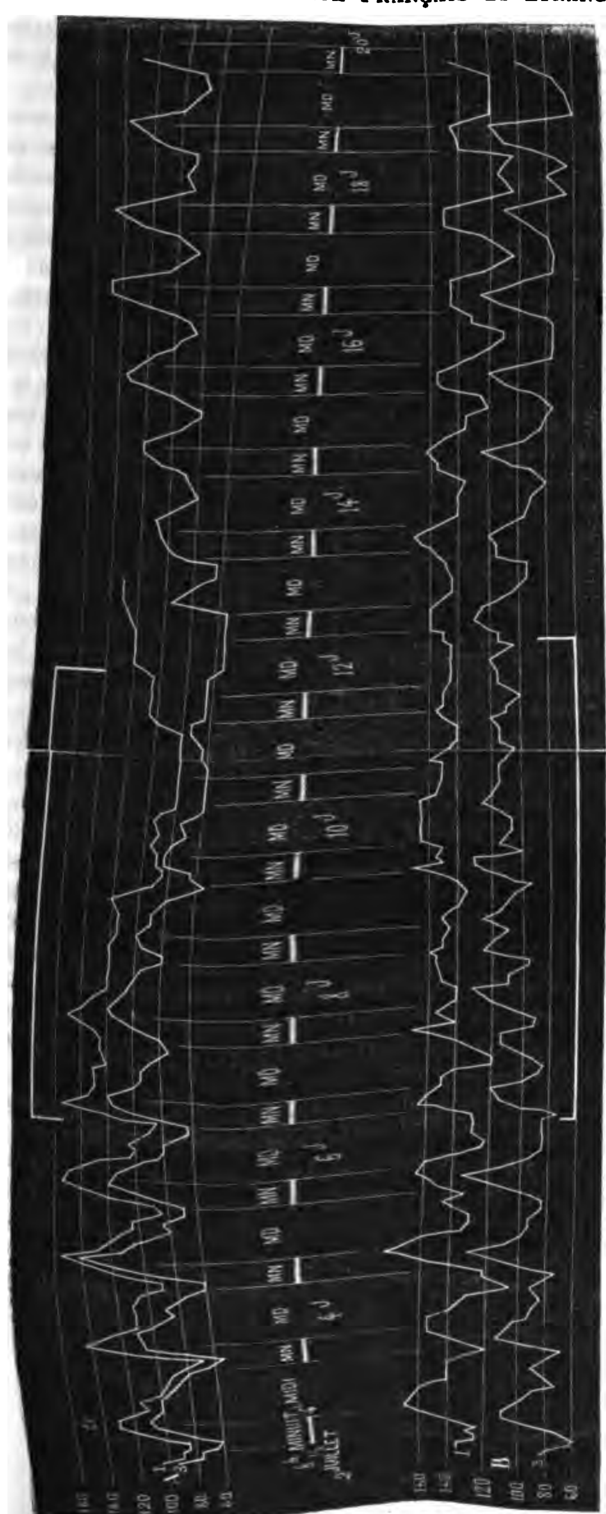
Suit un tableau détaillé contenant les chiffres relatifs à environ 950 observations. Il nous a paru suffisant de reproduire les graphiques.

Dans les graphipues, on a représenté, en haut, les mouvements des feuilles 2 et 3 de la Sensitive A, chiffres qui indiquent le rang des feuilles à partir du sommet (1) ; en bas, ceux des feuilles 1 et 3 de la Sensitive B. Comme dans les graphiques publiés dans mon premier mémoire, les temps sont comptés sur l'axe des abscisses ; les valeurs d'angle sur celui des ordonnées. L'espace correspondant à la ligne blanche épaisse indique le temps pendant lequel les plantes ont été soumises aux conditions artificielles de lumière ou d'obscurité continues.

Ces indications données, examinons à la fois les tableaux et les graphiques.

Les observations faites pendant les premiers jours, alors que la plante était dans les conditions normales, confirment tout à fait ce que j'avais avancé dans mon premier Mémoire, à savoir, que les pétioles primaires s'abaissent pendant le jour et se relèvent pendant la nuit, au contraire de ce qu'on enseignait autrefois. La fin de la période diurne est surtout marquée par une chute très-brusque, qui continue souvent pendant une ou deux heures au début de la période nocturne. Inversement, l'abaissement du pétiole commence quelquefois un peu avant le point du jour. Ainsi, la nuit, à cette époque de l'année, durant à peu près de 8 h. 30 m. du soir à 3 heures du matin, le maximum d'abaissement des pétioles primaires a été obtenu dans 18 observations, à 6 heures, 6 h. 30 m., 8 heures, 8 heures, 8 heures, 8 h. 30 m., 8 h. 30 m., 9 heures, 9 heures, 10 heures, 10 heures, 10 h. 30 m., 11 heures, 11 heu-

(1) Le graveur a, par erreur, écrit le chiffre 1 au lieu du chiffre 2.



Graphiques représentant les mouvements des pétioles primaires de deux Sensitives observés pendant dix-huit nuits et dix-sept jours consécutifs.

A, Sensitive placée à l'obscurité (au lieu de 1, lisez 2) ; B, Sensitive soumise à un éclairage continu.

res, 11 heures, 11 heures, 11 heures, 11 heures; le maximum d'exhaussement a eu lieu 6 fois à 2 heures du matin, 8 fois à 3 heures, 3 fois à 3 h. 30 m., 1 fois à 5 heures.

En comparant ces résultats avec ceux qui sont rapportés dans mon premier Mémoire, il est facile de voir que l'ascension du pétiole s'est opérée, dans les observations que je rapporte actuellement, beaucoup plus rapidement que dans les anciennes. C'est que celles-ci ont été prises à la fin de septembre, époque où les nuits sont beaucoup plus longues. Il est à remarquer que le minimum d'abaissement du pétiole a eu lieu, dans les deux saisons, à peu près aux mêmes heures; la grande différence porte sur le maximum d'exhaussement, beaucoup plus tôt atteint en été qu'en automne.

On remarquera encore que plus les feuilles sont haut placées sur la tige, plus elles sont jeunes, en un mot, et plus l'angle qu'elles font avec la direction de cette tige est grand. Cela est très-manifeste dans les quatre tracés de la fig. I; toujours la feuille n° 3 se tient au-dessous des feuilles n° 1 ou n° 2 : il n'y a jamais d'entre-croisement des tracés. En se rapportant aux chiffres, on voit que, pour la Sensitive A, les minima ont été : feuille n° 2, 70 degrés; feuille n° 3, 55 degrés; et les maxima : feuille n° 2, 155 degrés; feuille n° 3, 140 degrés. Pour la Sensitive B, les minima ont été : feuille n° 1, 105 degrés; feuille n° 3, 60 degrés; et les maxima : feuille n° 1, 180 degrés; feuille n° 3, 135 degrés. Les choses ne se passent pas toujours aussi régulièrement, et l'on voit, en consultant attentivement le tableau, qu'il y a parfois de petits chevauchements; mais la formule posée ci-dessus est exacte en règle générale.

Passons maintenant à l'étude des résultats nouveaux dus à l'influence de l'obscurité ou de l'éclairage continus.

Sensitive A : obscurité continue. — Une des feuilles de cette plante, la feuille n° 1, était déjà malade par suite d'accident, au moment où j'ai commencé les observations; elle est devenue insensible, elle a même perdu ses folioles pendant que la plante était encore placée dans les conditions normales. Or, on peut remarquer que le pétiole n'en a pas moins continué à exécuter des mouvements spontanés très-étendus. Après s'être maintenu, au moment de l'insensibilité, dans des niveaux voisins de l'horizontale, il a, les folioles tombées, présenté des oscillations entre 80 degrés et 130 degrés; puis il s'est incliné pour demeurer définitivement immobile à 105 degrés. Peut-être pourrons-nous plus tard tirer parti de ces faits.

Les autres feuilles n°s 2 et 3 ont, dès le premier jour d'obscurité anormale et surtout pendant le second, manifesté d'une manière très-nette leur état de souffrance. Pendant le premier jour, la feuille n° 2 s'est à peine abaissée; ses oscillations qui, les jours précédents, avaient été de 130 degrés à 70 degrés, de 145 degrés à 90 degrés, de 155 degrés à 85 degrés, de 155 degrés à 85 degrés, n'ont plus été que de 155 degrés à 120 degrés; les folioles se sont maintenues tout le jour à demi-fermées; pendant la nuit suivante, l'ascension a remonté à 150 degrés; mais le lendemain, il y a eu une

lente descente de 150 degrés à 120 degrés, et la nuit s'est passée en un état d'immobilité complète. La feuille était cependant encore sensible aux folioles et au pétiole. Pendant le troisième jour (9 juillet), il y a encore eu abaissement de 115 degrés jusqu'à 85 degrés; les folioles se sont encore à demi-ouvertes, mais irrégulièrement, et de plus elles étaient insensibles; le soir, le pétiole est devenu insensible à son tour. Pendant la nuit et le jour suivant, les oscillations ont varié entre 95 degrés et 80 degrés, et l'immobilité s'est aintenue à 80 degrés pendant environ vingt-quatre heures; les folioles sont tombées alors, et la feuille a pris un mouvement subit d'ascension, dû probablement à cette décharge, et qui l'a porté à 120 degrés; on a, le septième jour (13 juillet), cessé l'observation.

L'histoire de la feuille n° 3 est plus intéressante, parce qu'elle a survécu. Dans les premiers jours, sous les conditions normales, ses oscillations diurnes avaient été de 110 degrés à 55 degrés, de 110 degrés à 60 degrés, de 140 degrés à 70 degrés, de 120 degrés à 65 degrés; pendant le premier jour d'obscurité, elle a encore oscillé de 120 degrés à 65 degrés, avec ses folioles demi-ouvertes, et dans la nuit suivante, elle est remontée à 120 degrés. Le lendemain, elle n'est descendue qu'à 80 degrés, et n'est remontée ensuite qu'à 100 degrés pendant la nuit; ses folioles, pendant cette dernière nuit, ne se sont point fermées et sont devenues insensibles. Pendant le troisième jour (9 juillet), elle est tombée de 100 degrés à 55 degrés, pour se relever, la nuit suivante, à 90 degrés, folioles ouvertes. Le quatrième jour, descente de 90 degrés à 60 degrés, et, vers le soir, insensibilité du pétiole. Celui-ci reste à peu près immobile pendant toute la nuit, et encore le jour et la nuit d'après. Les folioles sont alors tout à fait étalées, et même un peu renversées en dessous; c'est, au reste, l'aspect que présentent celles des autres feuilles de la plante qui vivent encore, et notamment la feuille n° 4.

Je crains alors de prolonger plus longtemps l'expérience, ayant le désir de voir comment reviendront les mouvements quand la Sensitive sera replacée dans ses conditions normales. Le 12 juillet (6ᵉ jour), à 8 heures du matin, je rouvre le placard, et la plante reçoit la lumière du jour. Or, pendant toute la journée et même la nuit suivante, la feuille demeure immobile de 65 degrés à 55 degrés; la sensibilité revient cependant un peu aux folioles qui restent étalées. Le jour suivant, exhaussement et abaissement brusques pendant la matinée, portant le pétiole de 55 degrés à 95 degrés, pour le ramener à 65 degrés, en 10 heures de temps. Il semble que le relèvement nocturne se soit attardé, et qu'au lieu de se manifester vers 10 heures du soir pour arriver à son maximum vers 3 heures du matin, il n'ait commencé qu'à 3 heures du matin pour finir à 8 heures. Dès le soir de ce jour (13 juillet), la feuille reprend ses mouvements réguliers; les folioles se ferment pendant la nuit, et le pétiole primaire oscille faiblement d'abord, de 110 degrés à 80 degrés, de 120 degrés à 80 degrés; puis, plus amplement, de 135 degrés à 85 degrés, de 140 degrés à 85 degrés, de 145 degrés à 90 degrés, de 140 degrés à 85 degrés.

Cependant, malgré le retour de ces mouvements réguliers, le pétiole n'est pas tout de suite redevenu sensible, et c'est le 16 juillet seulement qu'il a commencé à s'abaisser (15 degrés), sous l'influence des excitations; le 19 juillet, l'angle décrit n'était encore que de 40 degrés.

La feuille n° 1', qui n'avait pas été observée avant l'intervention de l'obscurité continue, a pris immédiatement une marche irrégulière et bizarre; elle est morte en même temps que la feuille n° 2.

Quant à la feuille n° 4, dont l'observation n'a commencé qu'après le retour à l'état régulier des conditions, elle a reproduit exactement les mêmes phénomènes que la feuille n° 3, à ce point que le graphique qui représente ses mouvements, est presque en tous points parallèle au graphique de la feuille n° 3, se maintenant toujours au-dessous de lui : il n'a pas été reproduit dans la fig. VIII.

Si nous résumons maintenant les renseignements fournis par ces expériences, nous dirons : 1° que le séjour dans l'obscurité prolongée trouble très-rapidement les mouvements du pétiole primaire, et que ce trouble persiste pendant quelque temps après que la plante a revu la lumière; 2° que ce trouble consiste en une diminution, puis une suspension des ascensions nocturnes, et de telle sorte que le pétiole finit par demeurer à peu près immobile dans une direction très-abaissée, direction quelquefois inférieure à la position la plus inclinée qu'il atteignait à la fin du jour dans les conditions régulières d'éclairage; lorsque la plante a revu le jour, les ascensions nocturnes, d'abord retardées, puis assez faibles, augmentent de plus en plus, en sorte que tout à la fois les maxima et les minima des courbes sont de plus en plus élevés; 3° que l'obscurité, si l'on insiste, tue la feuille, le pétiole demeurant abaissé, et ne se relevant qu'après avoir été déchargé du poids qu'il supporte par la chute des folioles.

J'insiste sur ce point : l'obscurité tend à immobiliser le pétiole, à l'immobiliser, si l'on peut ainsi dire, *par en bas*. Nous verrons que c'est exactement le contraire pour l'éclairage continu.

Sensitive B : éclairage continu. — Prenons d'abord la feuille n° 1. Les oscillations diurnes, pendant que la plante était soumise aux alternatives normales, étaient de 170 degrés à 120 degrés, de 155 degrés à 105 degrés, de 180 degrés à 130 degrés, de 165 degrés à 125 degrés. Dans le jour qui a suivi la première nuit éclairée, l'oscillation a encore été de 165 degrés à 120 degrés; au commencement de la nuit suivante, le pétiole était remonté à 170 degrés. Pendant cette seconde nuit, on voit déjà survenir des irrégularités; en cinq heures, le pétiole s'abaisse à 140 degrés, et se relève à 155 degrés; le jour suivant, abaissement à 140 degrés; l'oscillation du troisième jour (9 juillet) n'est plus que de 160 degrés à 135 degrés. Au début de la quatrième nuit, ascension à 170 degrés, puis descente soudaine à 150 degrés, et oscillation autour de ce point; au jour, relèvement et immobilité du pétiole pendant toute la journée à 165 degrés. La cinquième nuit n'a pas de relèvement; au contraire, le pétiole s'abaisse à 150 degrés, et l'oscillation du jour suivant

(11 juillet) n'est que de 160 degrés à 140 degrés. Le soir, petit relèvement qui porte le pétiole à 155 degrés, et pendant le sixième jour, il ne redescend qu'à 145 degrés. Dès la nuit suivante, on cesse d'allumer les lampes, l'expérience paraissant suffisamment concluante; cependant, l'immobilité relative du pétiole ne se dément pas; il ne se relève, en effet, qu'à 160 degrés, s'y maintient toute la nuit, et dans la journée suivante ne s'abaisse qu'à 140 degrés. Mais l'oscillation prend, dans les jours consécutifs, une étendue de plus en plus grande; elle est, en effet, successivement de 170 degrés à 135 degrés, de 165 degrés à 120 degrés, de 155 degrés à 110 degrés, de 145 degrés à 105 degrés, de 150 degrés à 105 degrés.

Si nous examinons maintenant les folioles, nous verrons que, dans cette feuille, elles n'ont guère été influencées par l'éclairage artificiel, et se sont, la nuit, fermées malgré lui. Mais les autres feuilles, plus âgées, celles qui portaient les n°s 4, 5, 6, etc., ont subi très-manifestement l'influence de la lumière, et sont restées ouvertes pendant toute la période de l'expérience, cu bien, après s'être fermées au début de la nuit, elles se rouvraient quand on les éclairait. Cela se rapporte évidemment à ce fait général, que les feuilles jeunes se ferment plus tôt le soir et se rouvrent plus tard le matin que les feuilles qu'on pourrait appeler adultes, en pleine vigueur.

Relativement à la sensibilité, elle a toujours persisté; elle a même, je puis le dire, augmenté, et cela pour la plante entière. La Sensitive était devenue tellement susceptible, que plusieurs fois, la nuit, je n'ai pu prendre mes mesures d'angles, pour m'être approché d'elle sans prendre assez de précautions; le souffle de la respiration suffisait pour faire abattre les feuilles; il y avait, si l'on peut emprunter cette expression à la médecine, une véritable hyperesthésie. Quant à l'amplitude de l'angle décrit par le pétiole pendant le mouvement provoqué, il n'a guère changé de valeur, comme l'indiquent les tableaux; lorsque le pétiole était dressé aux environs de 150 degrés, cette amplitude, avant, pendant ou après l'expérience, a toujours été d'à peu près 60 degrés.

L'histoire de la feuille n° 2, malgré l'accident qui l'a interrompue, et celle de la feuille n° 3, répètent, dans les traits principaux, celle de la feuille n° 1. Ainsi, pour la feuille n° 3, les oscillations qui étaient avant l'éclairage de 110 degrés à 70 degrés, de 115 degrés à 75 degrés, de 130 degrés à 85 degrés, de 135 à 75 degrés, se sont réduites pendant la période d'éclairage continu à n'être plus que de 120 degrés à 85 degrés (remarquez l'oscillation nocturne singulière de la seconde nuit éclairée), de 130 degrés à 95 degrés, de 125 degrés à 95 degrés, de 130 degrés à 105 degrés, de 125 degrés à 105 degrés, de 120 degrés à 100 degrés, pour redevenir après le retour des conditions régulières, de 130 degrés à 90 degrés, de 120 degrés à 80 degrés, de 125 degrés à 75 degrés, de 120 degrés à 75 degrés, de 125 degrés à 75 degrés, de 110 degrés à 65 degrés, de 120 à 65 degrés.

La feuille n° 1', pour le peu de temps pendant lequel elle a été observée durant l'éclairage continu, confirme les résultats des feuilles n°s 1, 2 et 3.

On voit, en effet, qu'elle était presque immobile aux environs de 150°, tandis que, lorsque les périodes nocturnes redevinrent régulières, elle reprit des oscillations qui la portaient, par exemple, de 165 degrés à 125 degrés.

Revenons à notre expérience. Nous voyons que, dans les feuilles observées (et toutes les autres sur la plante entière ont présenté les mêmes phénomènes, dont la mesure exacte n'a pas été prise), l'amplitude du mouvement a diminué, et que certaines d'entre elles, notamment la feuille n° 1, sont restées, pendant deux jours et deux nuits, presque complétement immobiles. Or, ces feuilles étaient ainsi dressées presque à leur maximum d'exhaussement (environ 150 degrés pour la feuille n° 1 ; 110 degrés pour la feuille n° 3 ; 155 degrés pour la feuile n° 1′). Lorsque reparurent les oscillations normales, elles eurent surtout pour résultat d'abaisser successivement le minimum d'angle : c'est ainsi que, pour la feuille n° 1′, il est devenu successivement 150 degrés, 135 degrés, 125 degrés ; pour la feuille n° 1, 135 degrés, 120 degrés, 110 degrés, 105 degrés ; pour la feuille n° 3, 90 degrés, 80 degrés, 75 degrés, 65 degrés. Le maximum s'est aussi abaissé, mais beaucoup moins.

Il est éminemment probable que ces phénomènes auraient été beaucoup plus accentués, si notre éclairage eût été mieux installé. Il est évident, en effet, que nos lampes, malgré les précautions prises, ne représentaient que bien imparfaitement, en direction, en intensité, en coloration, la lumière du jour.

Enfin, la plante, avec toutes ses feuilles redressées et ses folioles étalées, n'a nullement souffert de cet éclairage continu, et sa sensibilité, bien loin d'être diminuée, a paru, au contraire, notablement exaltée.

Je résume ce qui vient d'être dit en cette formule, qui fait pendant à celle à laquelle nous avaient conduit les observations faites sur la Sensitive A : l'éclairement continu tend à immobiliser le pétiole primaire, à l'immobiliser *par en haut.*

3° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE DIVERSEMENT COLORÉE.

Après avoir ainsi étudié l'influence de l'absence de lumière, de l'obscurité, je devais tout naturellement me demander quels sont, parmi les rayons dont l'ensemble constitue la lumière blanche, ceux dont la privation entraîne chez la Sensitive une perte si rapide de la sensibilité et même de la vie. Inversement, puisqu'une Sensitive rendue insensible et mourante par l'absence des rayons lumineux, reprend la santé et les mouvements quand on la replace au jour, quels sont les rayons qui la rappellent ainsi à la vie ? Sont-ce les rayons visibles ou les rayons invisibles ? Dans le spectre étalé, sont-ce les rayons les plus calorifiques, ou ceux qui impressionnent le plus vivement notre rétine, les plus lumineux, ou enfin ceux qu'on a nommés rayons chimiques ?

Les recherches récentes touchant l'influence de ces divers rayons sur la décomposition de l'acide carbonique par les plantes, sur la formation ou la destruction de la chlorophylle, etc., donnaient à cette étude un intérêt qui

dépassait la simple histoire des mouvements de la Sensitive. Je me trouvais placé, dans ces expériences, au second des points de vue que j'ai indiqués au début de ce Mémoire; je considérais la Sensitive comme devant, à cause de sa susceptibilité si remarquable, déceler rapidement des influences qu'une longue période de temps serait peut-être insuffisante à dévoiler en observant des végétaux ordinaires.

Dans ces études, deux méthodes peuvent être employées. Dans l'une, on utilise les couleurs du spectre produit soit par la lumière solaire, soit par des lumières artificielles. Cette méthode a l'avantage d'employer des couleurs pures; mais l'inégalité de la dispersion, l'étroitesse des champs diversement colorés, la faible intensité de la lumière, constituent des inconvénients graves dans la pratique pour des expériences de longue durée. L'autre méthode met en jeu des verres colorés ou des liquides colorés; on peut ainsi fort aisément disposer des appareils vastes et peu coûteux, avec lesquels on exécute de longues expériences; malheureusement, il n'est pas possible, excepté pour le rouge, d'obtenir des couleurs franches, monochromatiques; toujours les verres ou les liquides se laissent traverser par plusieurs couleurs, et les rayons qui passent dépendent de l'intensité de la lumière, de l'épaisseur des verres et de la concentration des liquides. On n'a donc point ainsi de couleurs pures, et l'analyse à l'aide du prisme, ou mieux, du spectroscope ne donne que des indications assez insuffisantes, vu l'influence si importante de l'intensité des rayons.

En outre, il devient en pratique à peu près impossible, par cette méthode, d'étudier l'influence isolée des régions invisibles du spectre.

Malgré ces graves inconvénients, j'ai dû donner la préférence à cette dernière méthode; les quelques essais que j'ai faits en employant la première ne m'ayant rien fourni qui mérite d'être rapporté.

J'ai fait construire des espèces de lanternes parallélipipédiques, mesurant $0^m,32$ de hauteur, sur $0^m,19$ de largeur et profondeur. Dans ces lanternes, dont la charpente présente des coulisses, peuvent être placés des verres colorés qu'il est facile de changer. Des tubulures permettent à l'air de se renouveler, et l'aspiration continue fournie par la trompe des Basques peut y être facilement appliquée. Les conditions sont ainsi aussi identiques que possible, et les différences que pourront présenter les plantes seront bien dues à la couleur différente des verres.

L'une de ces lanternes fut garnie de vitres de verre ordinaire incolore; une seconde, de vitres noircies et parfaitement imperméables à la lumière; les autres reçurent des verres colorés.

Le verre rouge était parfaitement monochromatique, ne laissant passer, même sous l'influence d'une très-vive lumière, que du rouge et un peu d'orangé. Le verre jaune était à la lumière d'un bec de gaz perméable à toute la région vert-jaune, orangé et même rouge du spectre. A travers le verre vert passaient seulement le vert et plus ou moins de bleu et de jaune, suivant l'intensité de la lumière. Avec une lumière vive, le spectre tout entier tra-

versait les verres violet et bleu; mais si elle était médiocre, la région jaune était notablement affaiblie.

Comme impression optique d'intensité lumineuse, je dirai que le verre rouge était assez clair, le jaune notablement plus, le vert à peu près comme le rouge, le bleu très-peu foncé, bien que peu éclairant, le violet notablement plus foncé. Ce vague dans les expressions me paraît commandé par les nécessités de la situation. En effet, au point de vue optique, la *clarté* d'un verre peut dépendre de deux choses : ou bien de la nature plus ou moins éclairante des rayons qu'il laisse passer, ou bien de la quantité même de ces rayons. Un verre bleu-clair sera moins éclairant qu'un verre jaune-clair, et plus qu'un verre jaune-foncé. De là, impossibilité de comparer avec exactitude les intensités lumineuses, que l'on considère soit la lumière même, soit l'ombre qu'elle peut déterminer : ceci a été une source singulière d'illusions pour certains botanistes, qui ont cru pouvoir utiliser la mesure de l'intensité lumineuse pour déterminer la valeur dynamique réelle de rayons diversement colorés.

Je commençai avec ces instruments ma première expérience sérieuse, le 1er juillet 1869. Devant une fenêtre s'ouvrant au levant, je disposai mes huit lanternes sur deux rangs; en avant se trouvaient celles dont les verres semblaient le plus sombres (rouge, vert, violet), les autres étaient au second rang. Les lanternes étaient, du reste, assez espacées pour ne pas se porter ombre réciproquement.

Dans chacune d'elles je plaçai, à 10 heures du soir, une Sensitive bien portante et vigoureuse, alors parfaitement endormie. Le lendemain, à 6 heures du matin, je constatai que la Sensitive placée dans la lanterne à verres blancs (j'appellerai dorénavant, par abréviation, blanche, cette Sensitive, et j'appellerai rouge, verte, etc., les Sensitives placées dans les lanternes rouge, verte, etc.) s'était réveillée la première, ou, pour mieux dire, avait étalé la première ses folioles; presque aussitôt venait la Sensitive violette; notablement après, la verte et la jaune; plus tard encore, la noire.

Le 6 juillet, à 2 heures du matin, toutes les Sensitives avaient leurs folioles fermées, sauf la noire; chez celle-ci, toutes les grandes feuilles étaient étalées et insensibles; il ne lui restait plus que cinq feuilles très-jeunes fermées et sensibles. La verte était peu sensible; toutes les autres l'étaient beaucoup.

Le 7, à 10 heures du matin, on retire la noire, complétement insensible et dont toutes les feuilles tombent. Le soir, la verte est tout à fait insensible, au pétiole comme aux folioles, qui sont demi-étalées; on la retire aussi. Toutes les autres sont parfaitement sensibles.

Le 10, la verte, qui a été remise au soleil, commence à redevenir sensible; les autres sont très-bien.

Le 15, la bleue et la violette sont évidemment moins sensibles que la rouge et la jaune. On met fin à l'expérience.

Elle nous a donné, comme on voit, ce résultat curieux que, dans la lanterne verte, la Sensitive a perdu sa sensibilité presque aussi vite que dans la

lanterne noire ; que le vert, en un mot, s'est comporté presque comme l'obscurité. Sont venus ensuite, mais fort loin après, les verres bleus et violets.

Ce n'est pas tout : dès le lendemain du début de l'expérience, les Sensitives bleue et violette, d'une part, rouge et jaune, d'autre part, ont présenté dans leur aspect une différence très-remarquable. Les premières, en effet, avaient leurs folioles étalées, leurs pétioles primaires dirigés environ suivant l'horizontale ; chez les autres, au contraire, les folioles étaient demi-fermées, les pétioles redressés comme pendant l'érection nocturne des feuilles.

Ces résultats étaient trop intéressants pour ne pas nécessiter de nouvelles expériences.

Le 10 août, à 4 heures du soir, je place une Sensitive éveillée dans chacune de mes lanternes ; les choses sont disposées comme dans l'expérience précédente. Les Sensitives noire, violette, verte et bleue, sont plus jeunes et plus vigoureuses que les Sensitives rouge, jaune et blanche, placées, à cause de cela, dans les couleurs les plus favorables.

Dès le premier soir, il est manifeste que la violette garde plus longtemps que les autres ses folioles étalées.

Le lendemain soir, la chose est encore plus notable, et en laissant de côté la noire, on voit, à 5 h. 15 m., que la Sensitive dont les folioles sont le plus fermées (elles le sont complétement) est la jaune ; viennent ensuite la rouge, puis la verte, puis la blanche, puis la bleue, et enfin la violette, où elles sont presque entièrement étalées. A 6 heures, la violette seule est encore ouverte, et un peu la bleue.

On ajoute dans chaque lanterne une très-petite Sensitive.

Le 13 août, on remarque beaucoup combien la jaune et la rouge ont leurs pétioles dressés, avec leurs folioles demi-fermées ; chez la blanche, la bleue, et surtout la violette, les folioles sont étalées, les pétioles plus inclinés sur l'horizon.

Le 15, les noires sont complétement insensibles aux folioles et aux pétioles ; les vertes ont leurs folioles renversées un peu par en bas, presque insensibles ; les pétioles sont encore sensibles.

Le 18, les vertes, avec leurs folioles étalées, sont toutes deux complétement insensibles ; on les retire. Les rouges et les jaunes ont toujours une physionomie très-différente de celle des violettes et des bleues.

Cette expérience, faite pour ainsi dire en double, concordait donc parfaitement, dans ses résultats, avec l'expérience précédente. Cependant, je ne me tins pas pour complétement convaincu. En effet, les Sensitives sur lesquelles j'avais expérimenté avaient été tout simplement achetées au marché, et, malgré l'invraisemblance d'une coïncidence aussi complète, il aurait pu se faire que les différences constatées fussent des faits accidentels.

Il fallait, pour mettre l'expérience au-dessus de toute objection, que mes plantes fussent toutes du même âge et aussi semblables que possible. Malheureusement, je dus à cette époque quitter Paris, et, à mon retour en automne, il n'était plus possible de garder des Sensitives chez soi, dans de

bonnes conditions pour l'observation de tous les instants ; une serre cha de était indispensable.

Grâce à la complaisance de mon collègue et ami, M. le professeur Baillon, je pus disposer mes appareils dans la serre-chaude de la Faculté de médecine. Le jardinier, M. Guillaumin, qui m'a aidé dans ces expériences avec un zèle pour lequel je lui adresse tous mes remerciements, fit, en septembre, un nombreux semis de Sensitives. Au mois d'octobre, il en dépiqua un bon nombre, de taille à peu près égale, pour les placer, cinq par cinq, dans des pots.

Le 12 octobre, à 7 heures du matin, m'étant assuré que toutes mes petites plantes (elles avaient environ $0^m,06$ de haut) étaient parfaitement reprises, je plaçai un des pots, avec cinq Sensitives, dans chacune de mes six lanternes : blanche, violette, bleue, verte, jaune et rouge ; dans la noire, on en plaça un plus grand nombre.

Le 19, les noires sont peu sensibles ; les autres sont en parfait état.

Le 24, les noires sont mourantes ; les vertes tout à fait insensibles ; les autres, non. On met dans la lanterne bleue une des Sensitives noires devenue insensible.

Le 28, les vertes sont mourantes : on les enlève. La Sensitive noire qu'on avait placée dans le bleu est redevenue sensible. On remarque que les Sensitives blanches ont beaucoup grandi, les rouges moins, les autres très-peu ; mais toutes sont bien vertes et sensibles, bien que présentant les différences d'aspect dont il a été question dans les expériences précédentes.

On place dans la lanterne verte le pot contenant les cinq Sensitives blanches.

Le 5 novembre, ces nouvelles Sensitives vertes sont très-peu sensibles et seulement aux folioles ; le 9, il n'y a plus, sur les cinq plantes, que trois feuilles à folioles encore un peu sensibles, les autres étant mortes. Le 14, toutes les feuilles et même les petites plantes sont mortes.

Les autres Sensitives se portent très-bien ; elles sont toutes bien sensibles, surtout, ce semble, les violettes et les bleues.

Le 19 décembre, il en est de même ; mais la différence de développement s'est beaucoup accentuée. Les Sensitives rouges et jaunes ont à peu près doublé de hauteur ; elles ont poussé de nouvelles feuilles, bien vertes pour les rouges, un peu moins pour les jaunes ; on remarque que les tiges de celles-ci sont d'une gracilité extraordinaire. Les Sensitives bleues et violettes ont peu ou point grandi, et je ne crois pas qu'elles aient gagné de nouvelles feuilles ; dans tous les cas, elles sont parfaitement vertes. Les violettes semblent un peu malades ; elles sont cependant sensibles.

Le 14 janvier 1870, les Sensitives violettes sont mortes, sauf une, qui n'a plus qu'une feuille ; les bleues, rouges et jaunes sont parfaitement sensibles ; les rouges et les jaunes ont presque triplé de hauteur ; les bleues sont restées au même point.

A la fin de janvier, un accident met fin à cette expérience ; je n'ai donc pu savoir lesquelles de ces Sensitives auraient le plus longtemps vécu ; mais tout

me porte à croire que les bleues auraient les premières péri, et, selon le jardinier, elles étaient mortes lorsque l'accident est arrivé.

Si maintenant nous cherchons, à l'aide de ces expériences, à répondre aux deux questions posées en tête de ce paragraphe, nous voyons d'abord que la seconde n'a pas été abordée ; nous avons bien constaté qu'une Sensitive devenue insensible dans l'obscurité avait repris sa sensibilité dans la lanterne bleue; mais le verre bleu était trop perméable aux divers rayons pour qu'on puisse attribuer véritablement à la lumière bleue cet effet réparateur. Il y a là un sujet d'expériences à entreprendre dans la campagne prochaine.

Pour la première question, nous ne pouvons non plus donner de réponse bien précise. En effet, mes Sensitives sont restées pendant des mois entiers parfaitement sensibles dans des lanternes violette, bleue, jaune et rouge.

Nous pouvons conclure de là, d'abord, que le rayon rouge leur suffit, puisque notre verre rouge était monochromatique. Maintenant, leur est-il nécessaire ? Il nous est impossible de répondre, car tous nos verres se laissaient traverser par le rouge. A bien plus forte raison ne pouvons-nous rien dire des rayons jaunes, bleus ou violets, puisqu'ils étaient toujours accompagnés du rayon rouge. Le fait que la croissance de la plante a été d'autant plus active que la lumière contenait plus de rouge, donne cependant à penser que c'est la région du spectre à vibrations lentes qui joue, pour les Sensitives au moins, le rôle prépondérant. Pour pouvoir répondre d'une manière définitive, il faudrait employer un verre violet ou une liqueur violette qui ne laissât point passer de rouge; la dissolution d'iode dans le sulfure de carbone répond à cette condition; j'essayerai, malgré les difficultés de son emploi, d'utiliser sa remarquable propriété.

Mais si nos expériences n'ont point satisfait aux problèmes que nous nous sommes proposé de résoudre en les instituant, elles nous ont permis de découvrir un fait peut-être plus intéressant encore. Je veux parler de l'action spéciale de la lumière verte sur la sensibilité et la vie des Sensitives.

Cette lumière, en effet, agit comme l'obscurité, bien qu'un peu plus lentement. Dans les deux premières expériences, en effet, les Sensitives noires sont devenues insensibles en trois ou quatre jours, les trois vertes en six, sept et huit jours. Dans la troisième série, les cinq Sensitives noires sont devenues insensibles en neuf jours, et sont mortes en treize jours ; les dix vertes ont perdu la sensibilité en treize jours, la vie en dix-sept. On remarquera, avant d'aller plus loin, la différence entre ces derniers chiffres et ceux des séries précédentes. C'est que l'expérience était faite, pour celle-ci, en plein été; pour l'autre à la fin de l'automne, et les Sensitives, bien que placées en serre chaude, se ralentissaient dans leur activité ; l'état d'hibernation les rapprochait des végétaux ordinaires.

Peut-être la survie un peu plus longue dans la lumière verte que dans l'obscurité tient-elle à ce que mon verre vert laissait passer un peu de jaune et un peu de bleu. Mais sans faire d'hypothèses, nous pouvons affirmer que l'influence isolée de cette région du spectre est tout à fait incapable d'entretenir la vie des Sensitives.

Je ne crois pas qu'il soit possible de penser que cette action mortelle du rayon vert est une action directement toxique, et que ce rayon tue véritablement les Sensitives. Il faut considérer comme certain qu'il les laisse périr seulement parce qu'il est insuffisant, et c'est pour cela que je dis : la lumière verte agit comme l'obscurité. La question se pose maintenant de savoir si la mort arrive par suppression de la région rouge ou de la région violette du spectre. Mais nous avons vu qu'il n'était pas possible de répondre à cette question, tant que des expériences n'auront pas été faites avec la dissolution d'iode dans le sulfure de carbone ou quelque autre substance éliminant complétement les rayons rouges.

Quand on envisage ce fait curieux à un autre point de vue, il semble perdre de son étrangeté. En effet, les feuilles de Sensitive sont vertes par réflexion et par transparence; pourquoi sont-elles vertes? C'est que, des divers rayons apportés par la lumière blanche, elles utilisent tout, sauf les rayons verts. Ceux-ci sont donc pour elles inutiles, et ne leur fournir que ces rayons, c'est ne leur rien fournir, c'est les mettre dans l'obscurité.

Ce raisonnement paraît spécieux ; mais la chose est plus compliquée qu'elle n'en a l'air. Il est bien vrai, comme l'a montré J. Sachs, que la lumière qui a traversé une dissolution alcoolique de chlorophylle, ce qui a pour résultat de décolorer celle-ci, ne peut plus décolorer une autre dissolution placée derrière la première. Mais Sachs a vu aussi que cette lumière verte est encore susceptible de faire reverdir les plantes étiolées élevées dans l'obscurité. Elle n'est donc pas absolument inutile à la plante. D'autre part, ce serait une grande erreur de croire que la chlorophylle absorbe tous les rayons, sauf les rayons verts. On sait, depuis les recherches de Stokes, que si l'on fait traverser une dissolution alcoolique de chlorophylle par un rayon de soleil qu'on analyse ensuite à l'aide du spectroscope, on aperçoit des bandes d'absorption qui recouvrent bien le bleu et le violet, mais laissent passer beaucoup de rouge et de jaune, et inversement interceptent une partie du vert.

Cependant, je me propose, l'année prochaine, d'élever des Sensitives dans des enceintes où ne pénétrera que de la lumière ayant traversé une dissolution de chlorophylle de Sensitive même ; en évitant les rayons directs du soleil, une semblable dissolution peut servir plusieurs jours. Je veux aller plus loin.

Le malaise éprouvé par la Sensitive placée dans la lumière verte ne doit pas être spécial à cette plante ; il est vraisemblable que les autres plantes vertes doivent l'éprouver, mais non au même degré, non avec une aussi soudaine manifestation. Il faudra donc faire des expériences dans lesquelles des plantes appartenant à différents groupes de Phanérogames et de Cryptogames seront, pendant une saison entière, soumises à l'influence de la couleur verte (1).

Peut-être trouvera-t-on dans cette action remarquable l'explication de ce

(1) J'ai fait ces expériences dans l'été de 1871 ; elles ont montré que toutes les plantes périssent rapidement sous les châssis vitrés en verre vert.

fait que les hautes futaies, quand elles ne présentent pas de clairière, ne laissent pousser sous leur abri presque aucune plante phanérogame. Et cependant, sous cet abri l'air se renouvelle assez, et la lumière est suffisamment intense (1). Mais cette lumière est verte. Quant aux plantes vertes qui poussent dans ces conditions, on trouvera peut-être, ou bien que ce sont des Cryptogames, lesquels peuvent, d'après les expériences de Sachs, pousser vertes même dans l'obscurité, ou bien que ce sont des Phanérogames dont la couleur verte diffère beaucoup, à l'inspection spectroscopique, du vert de la forêt même. Notez qu'il faut éliminer les plantes qui se développent à la fin de l'hiver, avant que la forêt ait poussé ses nouvelles feuilles, et végètent ensuite, sans grandir, pendant le reste de l'année.

Si l'interprétation ci-dessus donnée du phénomène en question est exacte, il devra arriver que toutes les plantes mourront quand on les éclairera uniquement avec de la lumière ayant traversé une dissolution de leur propre chlorophylle. Il y a là, comme on le voit, un vaste champ d'expériences.

Nous restreignant maintenant à ce que nous ont appris nos expériences, nous dirons que :

1° Les rayons bleus et violets ont pour action d'étaler les folioles de la Sensitive et d'abaisser ses pétioles primaires ; les rayons jaunes et rouges, au contraire, font redresser les pétioles et ferment à demi les folioles.

2° Dans les rayons bleus et violets, la Sensitive s'endort, c'est-à-dire ferme ses folioles plus tard, et se réveille plus tôt que dans les rayons rouges et jaunes. Ce fait avait été déjà, je l'ai appris depuis mes expériences, constaté par Hoffmann.

3° La croissance des Sensitives se fait beaucoup plus vite dans les rayons rouges et jaunes que dans les rayons bleus et violets ; la sensibilité paraît finir par se perdre dans ceux-ci.

4° Les rayons rouges, à eux seuls, suffisent pour entretenir la vie de la Sensitive ; mais il n'est pas prouvé qu'ils lui soient indispensables.

5° La région verte du spectre agit sur la Sensitive comme l'obscurité.

Influence de divers rayons colorés sur la réouverture spontanée des folioles fermées. — J'avais remarqué que si l'on fait, par une excitation, fermer les folioles d'une feuille, et que la soirée soit déjà avancée, ces folioles ne se rouvrent que le lendemain matin ; les autres feuilles de la même plante peuvent cependant encore rester deux ou trois heures à l'état diurne. On peut ainsi, pour les folioles, avancer la période nocturne, sans rien changer cependant à l'intensité de l'éclairage.

(1) Je trouve, ceci étant rédigé, cette idée exprimée à la fin de la note dans laquelle M. Cailletet (voy. *Journ. de l'anat. et de la physiol.* 1868, t. V, p. 103) a montré que sous l'influence de la lumière verte, les plantes vertes ne décomposent pas l'acide carbonique : note à laquelle, je dois l'avouer, je n'avais pas attaché d'abord tout l'intérêt qu'elle mérite, à cause des contradictions qu'elle semblait présenter avec les travaux si exacts de Cloëz et Gratiolet. (Voy. *Ann. de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXII.)

Il en est de même pour une Sensitive que l'on place dans l'obscurité après avoir fait abaisser ses folioles; celles-ci se rouvrent beaucoup plus tard que si la plante était à la lumière.

Les feuilles séparées se conduisent de même, et ceci m'a permis de chercher plus commodément quels sont les rayons dont la privation retarde ainsi la réouverture des folioles.

I. 18 juillet 1869. — Je coupe, sur une Sensitive, deux feuilles adultes, ayant la même longueur, et toutes semblables; chacune d'elles porte quatre pétioles secondaires, que je sépare au milieu de leur renflement moteur, en leur laissant adhérentes les espèces de petites stipules que l'on voit en ce point.

Immédiatement après (1 h. 15 m.), je jette sur l'eau ces pétioles secondaires, avec leurs folioles fermées, un par un, dans des coupes de porcelaine recouvertes de verres colorés: il y en a un blanc, un noir, un rouge, un bleu, un violet, un vert.

A 1 h. 40 m., les folioles des pétioles placés sous le verre blanc (il y en a deux) et le verre violet sont complétement ouvertes; le pétiole bleu (j'emploie cette expression abréviative) est à demi-ouvert; le vert, le rouge et le noir, au quart ouvert. A 1 h. 45 m., le bleu est complétement ouvert; le vert et le rouge, à demi; le noir, au quart. A 2 h. 5 m., id.; mais le rouge est un peu plus ouvert que le vert. J'enlève les verres colorés; à 2 h. 50 m., toutes les folioles sont ouvertes.

A 3 heures, je fais fermer, en les touchant, toutes les folioles. Pour éviter l'objection tirée de la diversité des sujets en expérience, j'opère quelques changements. Je place sous le verre noir le pétiole primitivement placé sous le verre violet, et l'un de ceux du verre blanc; je mets l'autre blanc dans le rouge, le noir dans le violet, le vert dans le blanc.

A 3 h. 15 m., le blanc et le violet sont ouverts, les autres non. A 5 heures, il en est encore ainsi; je fais refermer le blanc et le violet; à 5 h. 15 m., ils sont à demi-ouverts, tous les autres étant restés fermés. Le lendemain, à 8 heures du matin, les folioles sont partout ouvertes, excepté sous le verre noir.

II. — Le 25 juillet, je recommence l'expérience, en adjoignant un verre jaune. Même procédé. On débute à 1 h. 45 m. A 2 heures, le blanc, le violet, le bleu, sont demi-ouverts, le violet en tête; le jaune, un peu moins; le vert et le rouge, à peine; le noir, pas du tout.

A 2 h. 10 m., le plus ouvert est le violet.

A 2 h. 30 m., tout s'est refermé, sans cause apparente, hormis le violet, qui se referme lui-même à 2 h. 45 m.

A 3 h. 15 m., le violet est rouvert, les autres sont restés fermés; à 4 heures, il en est de même; je touche le violet qui se referme.

J'opère alors un échange entre le vert et le violet. A 6 heures, le nouveau violet est largement ouvert, il est le seul. Il ne se referme qu'à 6 h. 30 m.

Le lendemain matin, à 8 heures, le blanc, le violet, le bleu, le jaune, sont ouverts; le rouge, le vert, le noir, sont fermés.

Comme mon verre violet laisse passer un certain nombre de rayons rouges, je fais un nouvel échange entre le violet et le rouge.

A 2 heures après midi, le nouveau violet est ouvert, le nouveau rouge est resté fermé, ainsi que le vert et le noir.

III. 27 juillet. — Même expérience, même procédé. Les feuilles sont notablement plus jeunes que dans les deux cas précédents; elles se rouvriront donc moins rapidement. Début de l'expérience, 11 h. 25 m. du matin : en peu de minutes, les folioles du verre blanc et celles du verre violet se rouvrent, puis se referment, celles du verre jaune exécutent, mais à un moindre degré, le double mouvement.

A 2 heures, le pétiole violet et le blanc sont ouverts, un peu le bleu, les autres non. J'échange le blanc contre le rouge, le violet contre le vert.

A 4 h. 30 m., il n'y a d'ouvert que le nouveau blanc, le nouveau violet et le bleu; le jaune est demi-ouvert, les autres sont fermés. Le lendemain, à 7 heures du matin, le blanc, le violet, sont largement ouverts; le bleu un peu moins; le jaune, à moitié; le vert et le rouge, au quart.

Il était inutile de multiplier des expériences aussi concordantes. Celles-ci établissent, en effet, très-nettement, que mes différents verres colorés n'agissaient pas de même pour provoquer ou ralentir le mouvement de réouverture des folioles. Comme influence activante, ils peuvent être rangés dans la série décroissante suivante : violet, blanc, bleu, jaune, rouge, vert, noir. Si donc les folioles ne se rouvrent que très-lentement à l'obscurité, c'est surtout parce qu'il leur manque les rayons bleus et violets du spectre.

Ces résultats me paraissent importants non-seulement en eux-mêmes, mais au point de vue de la critique technique de mon procédé expérimental. En effet, ils montrent que les verres violets et bleus, bien que perméables à d'autres couleurs du spectre, et notamment au rouge, agissent cependant comme violet et comme bleu. Sans être en droit de négliger entièrement l'influence du rouge qui les traverse, nous pouvons considérer le résultat de leur influence comme représentant l'iufluence de la région du spectre à ondulations rapides. Par conséquent, en voyant nos Sensitives placées dans des lanternes à verres bleus ou violets ne pas grandir, il nous est permis de penser que le rouge qui, nous l'avons vu, est suffisant, leur est également nécessaire, et que, peut-être, leur vie ne se prolonge dans ces lanternes que grâce aux rayons rouges qui en traversent les parois.

En un mot, nos verres sont bien dénommés par leur couleur, et nous pouvons nous en servir sans attribuer une grande importance aux rayons différemment colorés auxquels ils sont perméables.

Ordre de succession des mouvements provoqués. — Si l'on excite l'extrémité d'un pétiole secondaire en coupant une de ses folioles terminales, on voit s'exécuter dans ce pétiole, dans les folioles des autres pétioles secondaires, dans le pétiole primaire, des mouvements que tous les auteurs ont décrits. Mais la succession de ces mouvements n'a pas été indiquée avec assez de soin.

La description donnée par de Candolle (1) est même tout à fait erronée. Voici comment les choses se passent quand la plante est bien portante.

Appelons *a* et *b* les pétioles secondaires d'un côté, *a'* et *b'* ceux qui leur font face sur le côté opposé d'un même pétiole commun. Si l'on coupe le pétiole *a* ou quelqu'une de ses folioles, on voit d'abord se fermer les folioles de *a*, puis tomber le pétiole commun, puis se fermer les folioles de *a'* ou de *b*, puis après celles de *b'*, et enfin les pétioles secondaires se rapprocher les uns des autres.

Voici quelques chiffres qui précisent cette description.

I. 5 juillet. — On coupe les deux folioles terminales du pétiole secondaire *a*; en 4 secondes, toutes les folioles de *a* se ferment; après 28 secondes, le pétiole primaire tombe; *a'* et *b* ferment ensemble, de bas en haut, leurs folioles de 32 à 40 secondes; *b'* se ferme de 51 à 58 secondes.

II. 5 juillet. — Même opération sur une autre feuille; *a* semble insensible pendant 10 secondes, puis commence à se fermer de 10 à 22 secondes; le pétiole primaire tombe à 33 secondes, *b* commence à se fermer à 40 secondes, *a'* à 55 secondes; *b* ne bouge pas.

III. 6 juillet. — Même opération, autre feuille; les folioles de *a* se ferment rapidement; le pétiole primaire tombe à 20 secondes; *b* se ferme de 22 à 35 secondes; *a'* et *b'* de 35 à 45 secondes.

6 juillet. — Même opération, autre feuille; *a* se ferme en 5 secondes; le pétiole primaire tombe à 16 secondes; de 20 à 30 secondes, *a'* et *b* se ferment; de 47 à 53 secondes, *b'*.

J'ai cependant vu quelquefois interversion dans l'ordre suivant lequel les pétioles secondaires ferment leurs folioles; mais toujours le pétiole primaire tombe avant que le mouvement de ces folioles ait commencé. Exemple :

IV. 18 juillet. — On coupe une foliole au pétiole secondaire *a*; les autres folioles se ferment de 2 à 5 secondes; à 30 secondes, le pétiole primaire s'abaisse; à 33 secondes commencent à se relever le folioles de *a*; à 57 secondes, celles de *b*; à 1 m. 15 s., celles de *b'*.

Quant à l'ordre de chute des autres feuilles de la même tige, elle présente une irrégularité qui défie toute formule; d'ordinaire, cependant, les feuilles situées plus haut sur la tige s'abaissent, à distance égale de la feuille excitée, avant les feuilles inférieures. Mais c'est à peu prs tout ce qu'il est possible de dire.

Vitesse de la transmission. — Dutrochet croyait avoir déterminé la vitesse de transmission des excitations, et lui donnait pour valeur : dans les pétioles, 8 à 15^{mm} par seconde; dans la tige, 2 à 3^{mm} au plus.

Mais sa méthode de recherches était des plus défectueuses. Voici, en effet, comment il procédait. Il coupait, par exemple, le pétiole primaire d'une feuille qui s'inclinait aussitôt; bientôt, le pétiole de la feuille situé au-dessous s'abaissait. Rapprochant alors la distance des feuilles et le temps qui s'était

(1) *Physiologie végétale*, p. 865.

écoulé entre leur ébranlement, Dutrochet en concluait la vitesse de la propagation de l'excitation.

Mais la rapidité de l'abaissement d'une feuille dépend non-seulement de cette propagation, mais de l'excitabilité de son renflement moteur ; c'est pour cela que, parfois, des feuilles éloignées s'abaissent avant des feuilles voisines. En supposant même tous les renflements également excitables, il est certain que l'excitation perd de sa force à mesure que son point d'origine est plus éloigné ; d'où il suit que le temps nécessaire pour déterminer et pour exécuter le mouvement propre du renflement ne sera pas partout le même, et la méthode de Dutrochet suppose nécessairement qu'il sera partout le même.

Les résultats de cette méthode sont tellement erronés que j'ai vu, en moins de 5 secondes, s'abaisser une feuille située à 70^{mm} du point de la tige où l'excitation avait été portée ; en supposant même nul le temps nécessaire à l'action du renflement, on voit que la vitesse de propagation avait été, dans ce cas, dans la tige, de $\frac{70}{5} = 14^{mm}$ à la seconde ; il est vrai que l'excitation avait été très-forte, puisqu'il s'agissait de la section même de la tige.

Il paraît beaucoup plus exact de mesurer cette rapidité de transmission comme on a mesuré chez les animaux celle de la transmission dans les nerfs moteurs. La méthode employée pour la première fois par Helmholtz est celle-ci : on excite un nerf moteur dans un point éloigné du muscle, et celui-ci se contracte après un certain temps ; on recommence l'excitation, mais cette fois tout près du muscle : nouvelle contraction après un temps plus rapide. La différence des temps mesure évidemment la durée de la transmission entre les deux points successivement excités du nerf ; de là se déduit aisément la vitesse.

Appliquons cette méthode à la Sensitive ; déterminons, par la section de la première foliole d'un pétiole secondaire, l'abaissement du pétiole primaire, qui se fera en un temps t ; après quelques heures de repos, sectionnons la dernière foliole de ce même pétiole, la chute de la feuille se fera en un autre temps t', toujours plus court que t. La valeur $t - t'$ mesurera évidemment le temps nécessaire pour que l'excitation ait parcouru la distance d, qui sépare la première de la dernière foliole ; l'expression $v = \frac{d}{t - t'}$ nous donnera donc la vitesse.

Or, voici les résultats de quelques expériences :

I. 6 juillet, 24 degrés. — Première section à 6 heures du soir ; deuxième à 9 heures du soir ; $t = 20$ s. ; $t' = 4$ s. ; $d = 37^{mm}$; donc $v = 2^{mm}3$.

II. 6 juillet. — Première section à 6 h. 10 m. du soir ; deuxième à 9 h. 10 m. du soir ; $v = 2^{mm}8$.

III. 6 juillet. — Première section à 9 h. 20 m. du soir ; deuxième à 10 h. 15 m. du soir ; $v = 2^{mm}7$.

IV. 6 juillet. — Première section à 9 h. 30 m. du soir ; deuxième à 10 h. 25 m. du soir : $v = 2^{mm}$.

V. 9 juillet. — Première section à 9 h. du soir ; deuxième à 9 h. 15 m. du soir ; $v = 2^{mm}2$.

VI. 10 juillet, 24 degrés. — Première section à 5 h. 15 m. du soir ; deuxième à 8 h. 15 m. du soir ; $v = 3^{mm}2$.

VII. 18 juillet, 25 degrés. — Première section à 9 heures du matin ; deuxième à 4 heures du soir ; $v = 2^{mm}2$.

VIII. 18 juillet ; vieille feuille peu sensible. — Première section à 9 h. 10 du matin : deuxième à 4 heures du soir ; $v = 2^{mm}1$.

IX. 18 juillet. — Première section à 1 h. du soir ; deuxième, le 19 juillet à 2 h. du soir ; $v = 4^{mm}4$.

X. 18 juillet. — Première section à 1 h. du soir ; deuxième, le 19 juillet à 2 h. du soir ; $v = 5^{mm}$.

On a donc trouvé, dans ces expériences, que la vitesse de propagation de l'excitation a varié de 2^{mm} à 5^{mm} par seconde. Ces chiffres sont, on le voit, bien différents de ceux de Dutrochet.

Cette méthode contient, du reste, une cause d'erreur que je dois signaler ; c'est que des sections successives de pétioles secondaires ont pour effet de ralentir la chute du pétiole primaire. En voici un exemple : On coupe successivement à 3 h. 30 m., 4 h. 25 m., 5 h. 45 m., 6 h. 50 m., l'extrémité des quatre pétioles secondaires d'une feuille ; le pétiole s'abaisse successivement en 10, 11, 18, 26 secondes, la feuille voisine est tombée d'abord à 1 m. 5 s., puis à 1 m. 12 s., à 1 m. 40 s., et à la quatrième excitation est demeurée immobile. Or les mesures ci-dessus rapportées ont été prises en excitant d'abord la foliole la plus éloignée, puis la plus rapprochée. Il faut les comparer avec celles qu'on obtiendra en suivant une voie exactement inverse.

C'est ce qui a été fait dans les expériences suivantes :

XI. — Première section à 8 h. 45 m. du matin ; deuxième à midi 45 m. ; $v = 3^{mm}7$.

XII. — Première section à 8 h. 48 m. du matin ; deuxième à midi 48 m. ; $v = 4^{mm}3$.

XIII. — Première section à 8 h. 50 m. du matin ; deuxième à midi 50 m. ; $v = 4^{mm}1$.

Ces chiffres, on le voit, ne diffèrent pas notablement de ceux qui ont été indiqués plus haut. Ils prouvent que les résultats acceptés par tout le monde depuis les travaux de Dutrochet ne peuvent plus être admis.

La même méthode pourrait être appliquée au pétiole primaire ; deux sections successives étant faites, l'une à l'extrémité, l'autre près du renflement moteur, la même formule $v = \frac{d}{t' - t}$ nous donnerait la vitesse. Malheureusement, il est très-difficile de couper le pétiole primaire près du renflement sans ébranler directement celui-ci ; aussi les expériences donnent-elles des chiffres très-différents les uns des autres, et sur lesquels on ne peut compter.

Mouvements des feuilles submergées. — Lorsqu'on maintient sous l'eau une

feuille de Sensitive, elle n'en continue pas moins, pendant plusieurs jours ou même plusieurs semaines (1), à ouvrir ou à fermer régulièrement ses folioles, et même à être sensible aux excitations. Ce fait m'a paru très-intéressant et digne d'être étudié de près.

En effet, nous avons vu que les mouvements spontanés de la Sensitive sont dus à des modifications dans la quantité d'eau qui gonfle, aux divers moments du jour et de la nuit, la partie supérieure ou la partie inférieure de ses renflements moteurs. On peut se reporter aux expériences (voy. mon premier Mémoire) dans lesquelles je faisais monter ou descendre un pétiole primaire, en plaçant sur une plaie de son renflement moteur alternativement une goutte d'eau, puis une goutte de glycérine. Comment donc se fait-il qu'une feuille plongée dans l'eau ne se sature pas, pour ainsi dire, de ce liquide, de manière à se maintenir dans un état d'équilibre qui exprime le maximum de la tension de ses renflements moteurs?

Voici d'abord les détails d'une expérience de début :

14 juillet, 4 heures du soir. — Je coupe deux feuilles de Sensitive et les place dans un vase de verre plein d'eau renversé sur l'eau. Elles ne rouvrent pas de la journée leurs folioles; le soir, je coupe leurs pétioles secondaires chacun en deux ou trois morceaux, et les replace sous l'eau.

Le 15 au matin, tout est ouvert; à plusieurs reprises je fais fermer les folioles, qui se rouvrent ensuite: le soir, elles se ferment. Mêmes phénomènes le 16 et le 17. Le 18, il y a encore quelques folioles sensibles; toutes se ferment le soir. Le 19, elles s'ouvrent le matin, se ferment le soir, mais ne sont plus sensibles.

Dans cette expérience, malgré le soin de couper en plusieurs fragments chacun des pétioles secondaires, l'eau se trouvait encore à une assez grande distance des renflements moteurs. Pour diminuer cette distance, j'ai modifié comme il suit le procédé opératoire.

27 juillet, 3 heures du soir. — Je sépare en deux, suivant sa longueur, avec un scalpel bien tranchant, un pétiole secondaire, et j'ai ainsi deux rangées isolées de folioles. Je place sur l'eau chacune d'elles, à plat, en telle sorte que la surface de section touche le liquide; l'eau arrive donc presque immédiatement à la base des renflements moteurs. Je dispose ainsi quatre demi-pétioles; les folioles qui se sont fermées pendant l'opération s'ouvrent dans la journée, puis se referment le soir; il en est de même le lendemain, et elles se rouvrent plusieurs fois, après s'être plusieurs fois fermées à la suite d'excitations.

J'ai répété à plusieurs reprises ces expériences, toujours avec le même résultat. Il reste donc établi que des renflements moteurs intacts, mais placés dans les conditions où ils pourraient, par contact presque immédiat, se saturer d'eau, continuent à exécuter les oscillations quotidiennes, et demeurent sensibles pendant plusieurs jours encore.

(1) Fée. — Deuxième mémoire sur les plantes dites sommeillantes. (*Bulletin de la Société botanique de France*, séance du 13 juillet 1858; p. 13 du tirage à part.)

5° CONSÉQUENCES DES EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES.

Il nous est possible, je crois, en jetant un coup d'œil général sur les faits que nous venons d'énumérer, d'en tirer des inductions sur la raison intime des mouvements de la Sensitive.

Mouvements spontanés. — Nous parlerons d'abord des mouvements spontanés, et il est très-vraisemblable que ce que nous dirons devra s'appliquer à toutes les plantes sommeillantes.

Les expériences de Brucke et les miennes ont démontré que les mouvements de l'oscillation diurne sont dus, pour ce qui a rapport aux pétioles primaires, à des modifications dans l'énergie des diverses parties du renflement moteur. En ne considérant que la moitié supérieure et la moitié inférieure de ce renflement, qui agissent comme deux ressorts antagonistes, j'ai vu que la moitié supérieure augmente d'énergie un peu avant la fin du jour et pendant la nuit tout entière, pour diminuer pendant toute la période diurne; la moitié inférieure se comporte de même, seulement l'augmentation de son énergie débute un peu plus tard que pour l'autre, mais elle acquiert bientôt une plus grande puissance, et il résulte de ces alternatives que le pétiole s'abaisse à l'entrée de la nuit pour se relever énergiquement jusqu'au moment où reparaît le jour.

Tout tend à faire croire, et cette opinion, qui me paraît très-probable, est sans discussion acceptée en Allemagne, tout tend à faire croire, dis-je, que ces variations d'énergie dans les ressorts tiennent à des variations de même sens dans la quantité d'eau que contiennent les renflements. En admettant ce point de départ comme exact, *malgré le manque de preuves directes*, il faut savoir, entre autres choses, dans quelles conditions l'eau s'introduit ainsi dans ces renflements moteurs.

Les expériences dont il vient d'être question en dernier lieu, sur les feuilles submergées, montrent que ces variations dans la quantité d'eau dépendent de circonstances propres à la plante même, et qu'elles persistent lors même qu'on la place dans des conditions de saturation facile. En d'autres termes, la quantité d'eau contenue dépend de la puissance avec laquelle elle s'y trouve attirée et retenue, puissance qui doit varier par suite de la formation ou de la destruction d'une substance endosmotique dans les cellules du renflement.

L'eau arrive dans ces cellules, depuis la tige, soit de proche en proche, soit par l'intermédiaire de l'axe fibro-vasculaire; ces faits sont démontrés par les expériences où l'on voit les mouvements du pétiole persister, bien qu'affaiblis, soit lorsqu'on a enlevé, avec la moitié supérieure du renflement, une partie de l'axe vasculaire, soit lorsqu'on a intercepté la communication entre e renflement et la tige par une profonde encoche, ou surtout lorsqu'on a divisé ce renflement en plusieurs parties distinctes, comme il a été dit ci-dessus.

Envisageons maintenant la manière dont se comportent les pétioles pendant les alternatives régulières du jour et de la nuit, ou pendant l'exposition à une lumière ou à une obscurité continues. Nous sommes amenés à considérer cette matière endosmotique comme se formant, ou du moins comme trouvant ses conditions de formation sous l'influence des rayons lumineux, et se détruisant ou perdant ses conditions de formation pendant l'obscurité.

En effet, chez les Sensitives soumises à l'influence de l'éclairage continu, les pétioles se montrent de plus en plus dressés et finissent par rester immobiles dans une direction presque verticale; il est donc vraisemblable que la matière susceptible d'attirer l'eau est formée et emmagasinée de plus en plus dans le tissu cellulaire de leurs renflements. Réciproquement, nous avons vus dans les Sensitives maintenues à l'obscurité, les pétioles s'abaisser de plus en plus, et rester enfin immobiles, inclinés notablement au-dessous de l'horizon; cela ne montre-t-il pas que la matière endosmotique qui existait dans leurs tissus s'est détruite, et qu'il ne s'en est point formé d'autre à l'abri des rayons lumineux?

L'observation de ce qui se passe dans l'état régulier des choses semble, à première vue, contradictoire avec notre hypothèse. En effet, c'est pendant la nuit que se fait l'exhaussement des pétioles et pendant le jour qu'ils s'abaissent. Mais remarquons d'abord que vers le soir, lors du rapide abaissement que tout le monde avait pris pour l'état nocturne, il y a déjà une notable augmentation de l'énergie des renflements moteurs; seulement, cette augmentation porte alors surtout sur la moitié supérieure dont la pression fait céder l'autre moitié, et force le tout à s'incliner.

Cette apparente contradiction peut cependant s'expliquer; il suffit pour cela de supposer que la matière endosmotique qui se forme sous l'influence des rayons lumineux, ne se forme que lentement, et n'acquiert qu'après une assez longue exposition à la lumière ses propriétés osmotiques.

Éclaircissons par un exemple le développement de notre hypothèse : supposons que la matière endosmotique qui se forme soit de la glycose provenant d'amidon préalablement formé. Prenons la plante à trois heures du matin : l'énergie du renflement moteur et, par suite, le redressement du pétiole sont à leur maximum. Il y a là une grande quantité de glycose saturée d'eau qui s'est formée aux dépens de l'amidon, mais il n'y a plus, ou du moins il n'y a que peu d'amidon. Si nous continuons à maintenir la plante dans l'obscurité, la glycose se détruira, bien que lentement, l'amidon ne se reformera pas à nouveau, le peu qui en reste ne se changera pas en glycose, et l'énergie du renflement moteur diminuera pour ne plus jamais augmenter; nous arriverons ainsi à l'immobilité *par en bas*. Si nous laissons les choses aller à l'état normal, la lumière solaire intervient, la glycose se détruira rapidement, et le pétiole s'abaissera plus vite que dans le premier cas (voir les graphiques); mais sous l'influence de la lumière solaire, il se formera de nouvel amidon, et celui-ci, une fois formé, engendrera de la glycose en épuisant toute l'eau libre du renflement. Nous sommes alors à la fin du jour, la glycose, qui se

développe rapidement, attire l'eau dans le renflement; celui-ci se gonfle, le pétiole se relève, l'ascension nocturne commence et continuera tant que la glycose ne sera point saturée d'eau. Que si maintenant, troisième circonstance, nous éclairons d'une manière continue notre plante, il s'y formera continuellement de l'amidon ; celui-ci y donnera continuellement naissance à de la glycose dont la déperdition sera ainsi compensée, et l'énergie du renflement moteur, son redressement, atteindront et garderont leurs plus hautes valeurs; nous arriverons ainsi à l'immobilité *par en haut*.

On voudra bien remarquer que l'exemple choisi pour expliquer notre hypothèse expose des résultats qui sont en rapport avec les faits connus. On sait, en effet, d'une part, que, dans les cellules végétales, l'amidon se forme sous l'influence de la lumière et disparaît dans l'obscurité; d'autre part, que l'amidon dissous se transforme rapidement en glycose sous l'influence de la lumière; enfin que la glycose se détruit incessamment dans les plantes en pleine activité de végétation, qui n'emmagasinent pas.

Mais ces rapprochements sont loin de démontrer qu'il s'agit véritablement ici de glycose et d'amidon; des expériences spéciales devront être instituées dans le but de rechercher la nature de cette matière endosmotique, si tant est qu'elle existe.

En admettant encore son existence, nous dirons qu'elle ne se forme guère que sous l'influence des rayons jaunes et rouges. Nous avons vu, en effet, les Sensitives soumises à ces couleurs, redresser leurs pétioles avec plus d'énergie que celles sur lesquelles agissait seulement la lumière blanche. Au contraire, les Sensitives des lanternes à verres violets ou bleus avaient leurs pétioles abaissés comme dans l'obscurité. Peut-être n'est-il pas besoin, pour expliquer cette différence, d'attribuer aux rayons de ces différentes couleurs des propriétés chimiques différentes. En effet, les recherches de Julius Sachs (1) ont montré que les rayons bleus et violets pénètrent très-peu profondément dans les tissus végétaux, et les modifications chimiques des renflements pétiolaires se passent à des profondeurs non négligeables au-dessous d'une couche colorée en vert.

Je rappellerai enfin que les opérations chimiques dont est le théâtre un renflement pétiolaire sont de telle nature, qu'elles consomment de la chaleur. Ceci rend probable qu'elles ne consistent pas en des oxydations, lesquelles le plus souvent dégagent de la chaleur, mais en des réductions, hydratations ou déshydratations.

Il serait inutile de chercher davantage par voie hypothétique. Mais il eût été important, au point de vue théorique, de savoir si le maximum de froid a lieu pendant le jour ou pendant la nuit : j'ai dit plus haut les obstacles qui m'ont empêché jusqu'ici de résoudre cette question.

Je remets à la campagne prochaine les études de vérification des hypo-

(1) *Ueber die Durchleutung des Pflanzentheile.* (*Sitz. bericht des K. K. Acad. der Wiss.* Wien, 1860, t. XLIII.)

thèses que j'ai ci-dessus émises. L'hypothèse est une arme précieuse, mais à deux tranchants. Dans le domaine des sciences expérimentales, il faut, je crois, renverser la maxime célèbre de Newton et l'accompagner d'un commentaire en disant : *Hypotheses fingo, sed in hypotheses, et in meas non credo.*

Mouvements provoqués. — Les recherches que j'ai faites cette année me confirment dans cette idée, que la raison intime des mouvements provoqués est toute différente de celle des mouvements spontanés. Millardet, dans son récent travail, n'a pas tenu grand compte de mon appréciation. Pour lui, comme pour les botanistes allemands, il n'y a entre ces deux ordres de mouvements qu'une différence du plus au moins, et je n'ai montré entre eux, dit-il, aucune différence essentielle.

Mais loin d'être embarrassé de trouver des différences, je cherche quelle ressemblance peuvent bien présenter ces mouvements. Passe pour le temps où l'on identifiait la description du sommeil de la feuille avec celle de sa chute provoquée. Mais encore savait-on, depuis Brücke, que dans la feuille en abaissement spontané l'énergie du renflement moteur avait augmenté, tandis qu'il avait diminué pendant le mouvement provoqué. Comment la soudaineté de celui-ci pourrait-elle être due à la même cause que la lenteur du mouvement spontané? Comment de l'eau en combinaison avec une substance endosmotique, ou, pour ne rien préjuger, de l'eau contenue dans des cellules à parois, pourrait-elle être soudain chassée de sa combinaison et de sa cellule? Le caractère de ces mouvements dus au déplacement des fluides, c'est la lenteur. De plus, nous avons vu que la chute provoquée de la feuille est accompagnée de phénomènes chimiques qui développent de la chaleur; ceux, au contraire, qui déterminent les mouvements de l'oscillation quotidienne sont consommateurs de calorique. Enfin, des feuilles complétement insensibles peuvent exécuter pendant quelques jours encore des mouvements spontanés réguliers ; j'ai montré dans mon premier Mémoire que ceux-ci persistent après l'emploi de l'éther, qui abolit complétement la sensibilité, et cela sans que leur amplitude ait en aucune façon diminué (1).

On objecte, il est vrai, que, d'ordinaire, l'amplitude et l'énergie de ces deux ordres de mouvements varient simultanément ; que, quand la Sensitive est très-sensible, ses mouvements spontanés sont très-étendus, et que, quand elle perd sa sensibilité, leur manifestation est moindre. Nous venons de voir un exemple qui concorde mal avec cette règle ; l'inspection des résultats fournis par la Sensitive soumise à l'éclairage continu, et chez laquelle la sensibilité était exagérée, tandis que les pétioles changeaient à peine de direction en vingt-quatre heures, vient encore à l'encontre. Mais en admettant qu'elle fût vraie, que prouverait-elle, sinon que la sensibilité n'existe qu'à la condition d'une santé parfaite de la plante, et qu'elle disparaît la première, lorsque les circonstances deviennent mauvaises, pour augmenter si elles sont favorables. De ce que l'obscurité, le froid, diminuent à la fois et l'amplitude des mouve-

(1) Voyez ci-dessus, page 230.

ments quotidiens et l'énergie des mouvements provoqués, conclure que ces mouvements ont une même raison intime, c'est comme si l'on concluait à l'identité de l'élasticité et de la contractilité dans le muscle, parce que ces deux propriétés sont à la fois exaltées ou déprimées par un certain nombre de circonstances.

Lorsqu'on admet, avec les Allemands, que la chute de la feuille est due à une sortie de l'eau contenue dans la moitié inférieure du renflement, on se trouve dans une étrange perplexité. Où irait, en effet, cette eau? Dans la moitié supérieure? Mais le phénomène persiste alors même que cette moitié a été enlevée. Dans la tige? Mais on peut encore voir les mouvements dans des pétioles dont le renflement ne tient plus à la tige que par un mince lambeau; dans des folioles isolées avec un tout petit fragment de pétiole secondaire, sans que la plus minime goutte d'eau apparaisse à la face de section de la tige ou du pétiole. On parle d'un équilibre entre la tension des liquides dans le corps ligneux et celle qui existe dans les parois même du renflement moteur, et de la rupture que détermine dans cet équilibre l'ouverture, par une section, d'un vaisseau de la tige; dans cette circonstance, une goutte de liquide arrive à la plaie, et la feuille voisine s'abaisse, par suite, dit-on, de l'écoulement de l'eau contenue dans la moitié inférieure de son renflement pétiolaire, et de la diminution d'énergie qui en est la suite. Mais tout cela est plein d'impossibilités et de contradictions. Pourquoi, d'abord, la moitié supérieure du renflement ne se conduit-elle pas comme la moitié inférieure? Sa tension devrait semblablement et simultanément diminuer, et il n'en est rien. Ensuite, si la tige est coupée, il n'y a plus de tension liquide dans ses vaisseaux; comment se fait-il alors que les mouvements du pétiole voisin continuent? Et quel changement dans la tension de la tige ou du renflement peut exercer un simple et léger attouchement exercé sur ce renflement?

Enfin, et cette objection paraît dominer tout le reste, ne voit-on pas que l'idée de la sortie de l'eau non-seulement est une hypothèse que rien ne justifie, mais encore n'explique absolument rien? Car le problème consisterait précisément à savoir comment il se fait que l'eau peut sortir et s'élancer, abandonnant ses combinaisons avec les substances intra-cellulaires, à travers les parois de ces cellules pour aller on ne peut dire où.

Pour moi, tout me confirme dans cette opinion que le mouvement provoqué de la Sensitive tire son origine d'une de ces propriétés spéciales à la matière organisée vivante, comme l'est, dans le règne animal, la contractilité musculaire. Ce n'est pas ici, je l'ai démontré, de contractilité qu'il s'agit, mais de la propriété de perdre son énergie, de se détendre, qui existerait seulement, ou du moins qui aurait seulement été constatée, dans la moitié inférieure du renflement.

Il est utile de faire remarquer que cette propriété ne se manifeste que dans les conditions de santé parfaite de la plante, et qu'elle peut disparaître sans qu'aucun changement apparent de structure ait été observé dans la moitié inférieure du renflement; ceci explique en partie comment la moitié supé-

rieure, qui paraît avoir la même structure, ne jouit pas, ou ne jouit qu'à un degré infiniment moindre, de la même propriété.

En résumé, je dirai :

1° Les mouvements provoqués de la Sensitive sont dus à la mise en jeu d'une propriété particulière de tissu, spéciale aux renflements moteurs; ils s'accompagnent d'une production de chaleur.

2° Les mouvements spontanés sont la conséquence de variations dans la quantité d'eau que contiennent les renflements moteurs. Ces variations sont en rapport avec la formation ou la destruction d'une substance endosmotique située dans les cellules de ces renflements. La lumière, spécialement par les rayons jaunes-rouges, détermine la production de cette substance, ou tout au moins des matériaux aux dépens desquels elle se forme; dans l'obscurité, cette substance et ces matériaux disparaissent. Toutes ces modifications chimiques sont accompagnées d'une absorption de chaleur telle, que la température des renflements moteurs est toujours notablement inférieure à celle de la tige et de l'air ambiant.

Les phases de la régénération des tissus épithéliaux étudiés expérimentalement. (*Die Vorgänge bei der Regeneration epithelialer Gebilde. Experimentell bearbeitet* von Dr JULIUS ARNOLD, ausserord. Professor der pathol. Anatomie an der Universität zu Heidelberg. (*In Archiv für pathologische Anatomie u. Physiologie u. für klinische Medicin.* Bd. XLVI. Berlin, 1869).

ANALYSE PAR LE DOCTEUR B. MILLIOT.

Sous ce titre, J. Arnold a publié un travail sur la formation de l'épithélium. Jusqu'ici on expliquait en Allemagne cette formation soit par la scission du tissu épithélial, soit par celle des noyaux du tissu conjonctif. La provenance des cellules épithéliales aux dépens du tissu conjonctif y est aujourd'hui généralement admise, leur provenance du tissu épithélial l'est moins et est plutôt révoquée en doute. Afin d'éclaircir la question Arnold a entrepris des expériences sur des grenouilles et des chiens, et notamment sur la langue, la cornée, la palmure et l'épiderme de grenouilles vivantes, et sur la muqueuse du palais et la peau de la tête de chien.

Arnold mettait la grenouille curarisée et couchée sur le dos, sur une planchette de bois ayant un trou à l'une de ses extrémités arrondie; il fixait dans ce trou une lame de verre encadrée dans un petit anneau de liége; au-dessus de celle-ci il plaçait un bouchon en forme d'U, dont les jambes embrassaient en partie la tête de l'animal, il fixait la langue de la grenouille au moyen d'aiguilles et prenait la précaution de ne pas trop la tendre afin d'y éviter la stase sanguine. Il versait ensuite sur cette langue quelques gouttes de collodium cantharidé, la laissait sous leur influence pendant quinze à vingt minutes, et

arrachait en dernier lieu la pellicule soulevée avec l'épithélium qui y adhérait. Après avoir de cette manière produit sur la langue une perte de substance de 2-4 millimètres, Arnold trouvait que l'espace lésé se remplissait d'une substance finement granuleuse et qu'il y apparaissait bientôt des cellules à mouvement, amiboïdes, se mouvant dans différentes directions et se dirigeant vers le bord épithelial resté intact. Elles restaient souvent longtemps sur la lisière de ce bord, ensuite elles s'en éloignaient ou disparaissaient derrière lui dans sa couche épithéliale. D'autres cellules amiboïdes rampaient entre les cellules du bord épithélial, puis s'acheminaient vers la substance granuleuse de l'espace lésé où elles continuaient à se mouvoir. Presque toutes ces cellules étaient d'une même grandeur, douées de la même réfraction, et subissaient les mêmes changements de forme. Arnold n'observa pas, dans les premiers moments qui suivaient la lésion, de modifications quelconques de la substance finement granuleuse; mais plus tard la partie de cette substance avoisinant le bord épithélial devenait plus transparente, vitreuse; il s'y formait des sillons clairs qui limitaient de petites plaques, et dans ces dernières il voyait se dessiner nettement un noyau très-brillant. Souvent cependant, Arnold a observé l'apparition des noyaux dans la substance vitreuse avant que son sillonnement ou segmentation ait eu lieu (1). Les changements ultérieurs qu'il a vus dans ces plaques consistaient en ce que leur contenu devenait granuleux, en ce qu'elles s'agrandissaient, occupaient la partie superficielle, et revêtaient tous les caractères de l'épithélium du bord épithélial. Arnold n'a pu rien préciser sur le mode d'apparition du noyau, toujours recouvert par la substance granuleuse. La perte de substance de la langue se comblait avec les vieilles cellules épithéliales qui s'aplatissaient dans la direction du centre de l'espace lésé, présentaient des expansions et des déformations, se terminaient en pointes plus ou moins grandes et se superposaient les unes et les autres. La formation des cellules épithéliales avait ordinairement lieu dans le voisinage des anciennes cellules où se produisaient les premières métamorphoses du protoplasma, les *premiers phénomènes de sillonnement ou segmentation* et l'apparition des plaques qui se mouvaient, soit au-dessus des anciennes cellules, soit librement par devant celles-ci. La perte de substance mentionnée se comblait aussi d'une autre manière, à savoir, par le déplacement de la couche des cellules du bord épithélial vers le centre de l'endroit lésé; ce déplacement était le résultat d'un acte purement passif et il était dû, selon Arnold, à ce que les cellules épithéliales de nouvelle formation se développaient sous les anciennes et les poussaient à changer de place. Ce dernier mode d'occlusion de l'endroit lésé avait lieu surtout lorsque la perte de substance était petite; mais dans les cas où la

(1) Sur l'individualisation et la reproduction des cellules épithéliales par segmentation de la substance épithéliale et non aux dépens des noyaux du tissu cellulaire. Voyez Ch. Robin, *Gazette des hôpitaux*, Paris, 1852. in-4°; *Jour. d'anat. et de physiol.*, Paris, 1864, in-8°, p. 159 et 355; 1865, p. 330; 1869, p. 260, et *Des éléments anatomiques et des épithéliums*, Paris. 1868, in-8°, p. 106. — (*Rédact.*)

perte de substance était grande le déplacement des cellules anciennes ne jouait qu'un rôle secondaire, et le rôle principal appartenait à la formation des cellules épithéliales près du bord épithélial de l'endroit lésé. L'occlusion complète de ce dernier s'opérait par les cellules, dont les unes déplaçaient les autres. Elle n'avait besoin, pour s'effectuer dans les petites pertes de substances, que de quelques minutes, tandis que dans les grandes elle réclamait plusieurs heures, quelquefois même plusieurs jours. Elle était en raison directe de la liberté de circulation dans les vaisseaux et en raison inverse de la stase sanguine.

Arnold a vu les phénomènes décrits se reproduire également sur la cornée des grenouilles. Il versait sur cette dernière quelques gouttes de teinture de cantharide et examinait la préparation 24, 36, 48, 60 et 72 heures après. Il plaçait les bulbes extirpés 15 à 20 minutes dans une solution aurique de 0,1 pour 100, et ensuite plusieurs heures dans une solution d'acide chromique de 0,1 pour 100. Sur ces préparations il trouvait : en premier lieu une substance finement granuleuse remplissant la perte de substance, puis une zone de protoplasma vitreux, large dans certains endroits, étroite dans d'autres. Cette substance paraissait homogène dans le voisinage de la substance granuleuse et ne possédait que quelques nucléoles et çà et là quelques brillants noyaux épars; un peu plus loin, ces noyaux étaient plus nombreux et en dernier lieu apparaissaient les plaques avec leurs noyaux.

Arnold a encore fait des expériences sur la palmure et la cornée des grenouilles dans les espaces lymphatiques et le sang desquelles il avait injecté du vermillon. Ces expériences donnèrent les mêmes résultats que les précédentes et le confirmèrent dans l'idée que les cellules dites amiboïdes ne peuvent pas donner naissance aux cellules épithéliales.

Arnold a entrepris en outre des expériences sur la peau et la muqueuse du palais de chiens. Il narcotisait ces derniers au moyen des injections sous-cutanées de morphine, les couchait sur la table, fixait leur maxillaire supérieur et inférieur au moyen de lacs, dénudait le palais sur une grande étendue et en cautérisait à plusieurs reprises la surface (avec le fer rouge et la potasse caustique). Après un certain laps de temps (par exemple, dans l'une de ces expériences, du 18 janvier au 3 février), Arnold a trouvé vers le milieu de la plaie, recouvert de bourgeons, un îlot épithélial dont les nouvelles cellules différaient de celles du palais par l'absence de pigmentation caractérisant ces dernières. Arnold a également observé l'apparition des îlots épithéliaux dans les plaies de la tête de chien dont il excisait la peau.

Nous regrettons de ne pouvoir faire un exposé plus détaillé de ces dernières expériences. Elles n'ont fait que confirmer les observations qu'il a suivies sur la régénération de l'épithélium chez les grenouilles. Nous nous bornerons à ajouter qu'Arnold en conclut que la formation du tissu épithélial dans les régenérations pathologiques a lieu de la même manière que dans les expériences sus-mentionnées, qu'il a si bien décrites et surtout si consciencieusement observées.

Observations sur l'histoire naturelle des Ecrevisses, par M. Samuel CHANTRAN. (*Extrait des comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 4 juillet 1870 et 17 juillet 1871.)

Accouplement. — L'accouplement chez les Écrevisses a lieu pendant une période qui comprend les mois de novembre, décembre et janvier. Le mâle saisit la femelle avec ses grandes pinces, il la renverse, et, pendant qu'il la tient couchée sur le dos, il se place de manière à verser, dans un premier acte, sur les deux lamelles externes de l'éventail caudal, la matière fécondante. Puis, après cette première opération qui dure quelques minutes, il la ramène brusquement sous son abdomen, afin d'effectuer un second dépôt de semence sur le plastron, autour de l'ouverture externe des oviductes, par le curieux mécanisme si exactement décrit par M. Coste.

Ponte.— Suivant le degré de maturité des œufs quand a lieu le rapprochement des sexes, la ponte a lieu à une époque qui varie de deux à quarante-cinq jours après l'accouplement. Au moment où cette fonction va s'accomplir, la femelle se couche sur le dos et ramène sa queue sur le plastron, de manière à former avec son abdomen une chambre dans laquelle l'ouverture des oviductes se trouve comprise, et dont la paroi sécrète une humeur visqueuse destinée à engluer les œufs et à les retenir attachés, pendant l'incubation, aux appendices abdominaux. Quand les choses sont dans cet état, la ponte s'effectue. Elle s'opère en une seule fois, ordinairement pendant la nuit, rarement pendant le jour. L'incubation dure environ six mois, l'éclosion a lieu en mai, juin ou juillet.

A compter du moment où a lieu la ponte, le microscope permet de constater l'existence de nombreux spermatozoïdes dans l'eau qui est interposée aux œufs que la femelle retient avec son abdomen ou queue; on en voit surtout dans le mucus grisâtre qui relie en quelque sorte les fausses pattes, les bords et l'extrémité de la queue au thorax. Ils sont mêlés de gouttelettes jaunâtres, pâles, et d'un certain nombre de globules grenus, arrondis, isolés ou réunis en petits amas, qui n'existaient pas dans la cavité des spermatophores, où se trouvent seulement des spermatozoïdes. Pendant les deux premiers jours, les spermatozoïdes, très-abondants autour des œufs et dans le mucus, se gonflent, deviennent sphériques, pâles, et restent immobiles; dans les jours suivants, ils se flétrissent et deviennent aussi plus petits, irréguliers et plus foncés; il en reste dans le mucus, jusqu'à ce que l'excédant de celui-ci soit expulsé, après la fixation des œufs par les mouvements presque incessants de l'abdomen qui ont lieu alors. Au bout de 6 à 8 jours, les spermatophores, tout en conservant leur forme de petits filaments blancs coriaces, isolés ou adhérents ensemble, ne montrent plus qu'une cavité centrale dans laquelle le microscope décèle encore quelques spermatozoïdes plus ou moins flétris, ainsi que l'a constaté M. Ch. Robin. La paroi conserve son

épaisseur et reste, comme auparavant, composée d'un mucus concret, strié, tenace. Ainsi la fécondation est extérieure.

Mues. — La première mue a lieu dix jours après l'éclosion ; la seconde, la troisième, la quatrième et la cinquième, de vingt à vingt-cinq jours de distance les unes des autres, en sorte que le jeune animal change *cinq fois* de carapace dans l'espace de quatre-vingt-dix à cent jours, qui correspondent aux mois de juillet, août et septembre. A partir de ce dernier mois, jusqu'à la fin du mois d'avril de l'année suivante, il n'y a pas de mue.

La sixième mue a lieu en mai, la septième en juin et la huitième en juillet. Il y a donc huit mues pendant les douze premiers mois de la vie de la jeune Écrevisse. Dans la seconde année, il y a cinq mues : la première et la deuxième en août et septembre, la troisième, la quatrième et la cinquième en mai, juin et juillet. Dans la troisième année, je n'ai observé que deux mues, qui s'opèrent : la première en juillet et la deuxième en septembre. Lorsque les Écrevisses sont adultes, la mue n'a plus lieu qu'une seule fois par an pour les femelles ; elle a lieu, au contraire, deux fois pour les mâles : ce qui explique pourquoi ces derniers ont une plus grande taille que les femelles, l'accroissement étant en proportion du nombre des mues. Pour les mâles adultes, la première mue a lieu en juin et juillet et la seconde entre août et septembre. Quant aux femelles, leur unique mue s'accomplit entre août et septembre.

Pour effectuer sa mue, l'animal se met sur le flanc ; avec sa tête et son dos il soulève son corselet qui fait bascule, comme un couvercle sur sa charnière, puis, quand il a ainsi presque complétement dégagé la partie antérieure de son corps, il se sépare entièrement de sa vieille carapace par un brusque mouvement de la partie postérieure. Ce travail, qui dure environ dix minutes, est favorisé par la sécrétion préalable d'une matière gélatineuse entre les deux carapaces qui facilite leur dégaînement.

Douze heures après la mue, les pattes de l'Écrevisse sont déjà assez fermes pour pincer fortement, vingt-quatre heures après elles sont complétement durcies ; les parois du dos restent plus longtemps flexibles, mais au bout de quarante-huit heures elles ont atteint un degré de consistance à peu près normal.

Les petits restent attachés aux fausses pattes de la mère pendant dix jours après l'éclosion ; c'est à ce moment que la première mue a lieu ; elle s'effectue sous la queue même de la mère (1). Si les jeunes s'en détachent avant cette époque, ils ne peuvent pas vivre séparément ; mais après cette première

(1) J'ai pu constater, à l'aide du microscope, comme l'a montré M. Chantran à l'Académie, que les petits restent pendus sous l'abdomen de la mère, par l'intermédiaire d'un filament hyalin, *chitineux*, qui s'étend d'un point de la face interne de la coque de l'œuf jusqu'aux quatre filaments les plus internes de chacun des lobes de la lame membraneuse médiane de l'appendice caudal. Ce filament existe déjà lorsque les embryons n'ont encore atteint que les trois quarts environ de leur développement avant l'éclosion. — (Ch. Robin.)

mue ils abandonnent parfois la mère pour y revenir jusqu'au vingtième jour, époque à laquelle ils peuvent vivre indépendants.

Mes nouvelles expériences ont confirmé les faits que j'ai déjà exposés l'an passé, notamment en ce qui concerne la durée de la vie des jeunes Écrevisses sous l'abdomen de la mère ; j'ai observé que, non-seulement elles se nourrissent de la pellicule des œufs et de la carapace provenant de leur première mue, mais que les plus fortes mangent les individus qui se développent difficilement à cause de leur agglomération, et qui ne peuvent muer. Faciliter cette mue est probablement l'une des raisons qui font que dans les deux ou trois premiers jours qui suivent l'éclosion, la mère agite constamment ses fausses pattes, auxquelles sont suspendues les jeunes Écrevisses. Celles qui, en muant, se brisent les membres sont aussitôt dévorées par leurs compagnes. Ainsi les Écrevisses, dès qu'elles ont dix jours, se mangent entre elles ; il en est, du reste, de même de celles de tout âge, lorsqu'elles muent et sont en trop grand nombre dans un petit espace.

J'ai observé aussi que la température exerce une influence marquée sur la durée de l'incubation des œufs et sur le nombre des mues périodiques. Le nombre des mues est de huit dans la première année qui suit l'éclosion. Il est de cinq dans la deuxième année ou de six dans les années où la température est élevée. Il est de deux à trois dans la troisième, ce qui fait de quinze à dix-sept mues en tout au commencement de la quatrième année. L'Écrevisse mâle devient adulte, c'est-à-dire apte à l'accouplement, dans sa troisième année, et la femelle apte à la fécondation au début de la quatrième année.

Tous les savants savent que les organes de l'Ecrevisse se reproduisent. D'après mes expériences, les antennes repoussent pendant le temps qui sépare une mue de la suivante. Les autres membres, tels que grosses pattes, petites pattes, fausses pattes et lamelles de la queue, se régénèrent plus lentement, trois mues ayant lieu durant leur régénération. Lorsque survient la quatrième mue, les membres régénérés ont toute leur force. Dans la première année de leur existence, soixante-dix jours suffisent aux jeunes Écrevisses pour la régénération de ces divers membres. Il n'en est pas de même pour l'Écrevisse adulte : il faut à la femelle de trois à quatre ans pour refaire ses membres, et au mâle un an et demi à deux ans, car le mâle adulte mue deux fois par an et la femelle adulte une seule fois.

Influence du développement hâtif des os sur leur densité, par M. A. SANSON (*Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1870, in-4, séance du 18 juillet 1870).

J'ai fait connaître, il y a déj plusieurs années, la théorie du phénomène

de la précocité des animaux de boucherie, réalisé empiriquement par Backewell, au siècle dernier. J'ai montré que toutes les conséquences de ce phénomène, d'une importance économique assez grande pour que son auteur ait pu être, à juste titre, considéré comme l'un des bienfaiteurs de l'humanité, ont leur point de départ dans l'achèvement hâtif du squelette, manifesté par la prompte soudure des épiphyses des os longs, et par l'éruption corrélative des dents permanentes ou dents d'adulte.

L'examen anatomique et physiologique de l'animal précoce fait voir, en effet, que sous l'influence de cet achèvement hâtif de l'évolution du système osseux, tous les autres tissus de son économie acquièrent, dans un moindre temps, les propriétés qui les caractérisent à l'état d'adulte, lorsqu'ils l'ont atteint normalement. Les propriétés organoleptiques de la chair ou de la viande, par exemple, qui sont surtout à prendre en considération dans ce cas, ne diffèrent point, chez les sujets d'une même race, au même degré d'évolution des os, quel que soit le temps écoulé depuis leur naissance. Ainsi, chez les espèces qui sont communément adultes après six ans, ces propriétés se montrent après quatre ans avec leur développement complet, lorsque, dès ce moment, la soudure de toutes les épiphyses est indiquée par l'évolution entière de la dentition permanente, ce qui est le signe extérieur non douteux de la précocité, en vertu de laquelle l'animal a réellement vécu davantage en moins de temps.

Mais la modification produite dans la durée de l'évolution du système osseux par les circonstances de la précocité n'est pas sans influence sur les propriétés particulières de ce système. C'est un fait bien connu que le squelette des sujets précoces est toujours moins volumineux que celui des animaux de même race considérés comparativement comme tardifs. L'ossature fine de ces sujets est une de leurs qualités les plus estimées par les éleveurs. Ils pensent et disent aussi, en se fondant, par une simple induction, sur cette exiguïté comparative du squelette, que celui-ci est plus léger. Il y a là une erreur sur laquelle mon but principal est d'appeler, dans cette Note, l'attention par une démonstration rigoureuse.

Nous prendrons pour base de cette démonstration deux fémurs provenant de deux béliers mérinos, âgés l'un et l'autre de quinze mois. L'un de ces béliers appartenait à une famille précoce qui vit dans le département du Loiret; l'autre était un de ces mérinos communs qui peuplent le département d'Eure-et-Loir, et qui sont connus sous le nom de *mérinos de la Beauce*. Les deux os ont été choisis de préférence, parce que ce sont ceux chez lesquels la soudure des épiphyses a lieu d'abord. Toutes celles du premier sont entièrement soudées; elles sont toutes, au contraire, encore distinctes et séparées de la diaphyse dans le second. Nous désignerons le premier sous le nom de *fémur précoce;* le second sous celui de *fémur commun*. Leurs densités respectives ont été déterminées au laboratoire de l'École Normale, par M. H. Sainte-Claire Deville lui-même, que je me plais à remercier ici de son obligeante condescendance.

Voici maintenant les résultats numériques de l'examen de ces deux os :

	Longueur de la diaphyse.	Poids de l'os entier.	Volume de l'os entier.	Densité.
1° Fémur précoce....	$0^{m},13$	$93^{gr},95$	70^{cc}	1,342
2° Fémur commun....	0 ,16	99 ,40	78	1,247

Les chiffres qui précèdent expriment le phénomène pour tous les cas analogues. La réduction de la taille et du poids absolu du squelette, chez les sujets de même âge et de même race doués de la précocité s'accompagne toujours d'une augmentation du poids spécifique ou de la densité des os, contrairement à l'opinion reçue parmi les éleveurs. Or, cette augmentation de densité fournit une confirmation nette de la théorie physiologique que j'ai donnée de la précocité. En effet, elle ne peut être due qu'à une proportion plus forte des matières minérales dans la constitution du système osseux ; et en déterminant les conditions de la méthode d'alimentation qui réalise à coup sûr la précocité du développement, j'ai fait voir que le rôle principal, dans cette méthode, appartient aux graines ou semences riches en phosphate calcaire, qui entrent dans la ration à titre d'aliment complémentaire. Par la direction ainsi imprimée à l'active nutrition du jeune âge, les corpuscules osseux s'organisent en abondance, ils envahissent plutôt la couche de chondroplastes qui sépare les épiphyses de la diaphyse et par laquelle se fait en longueur l'accroissement de celle-ci. Une fois la soudure opérée par l'ossification complète de cette couche de chondroplastes, l'os étant achevé, la nutrition n'a plus, comme dans les cas ordinaires, qu'à pourvoir à son entretien. Celui-ci est devenu moins onéreux, si l'on peut ainsi dire, en matières organiques, par le fait du moindre volume de l'os. Celles qui auraient dû pourvoir à l'accroissement du tissu osseux restent donc disponibles et peuvent servir, avec les matières minérales de la ration alimentaire, au développement ultérieur des parties molles, des masses musculaires et adipeuses, notamment, dont la prépondérance caractérise à un très-haut degré les animaux précoces. Cette prépondérance donne à leur corps la forme cubique tant recherchée comme indice certain d'un fort rendement en viande nette.

C'est ainsi que la conformation particulière des animaux précoces de boucherie est la conséquence nécessaire du phénomène physiologique dont la condition fondamentale vient d'être mise en évidence, et que, contrairement à l'opinion répandue parmi les éleveurs les plus habiles, la précocité ne dépend point de la conformation, mais bien la conformation de la précocité. D'où il suit, comme conclusion pratique, que, dans les opérations d'élevage des animaux de boucherie, la méthode d'alimentation des jeunes importe encore plus que la sélection des reproducteurs, puisque les beautés relatives de la conformation, témoins de l'aptitude, sont toujours en raison du degré de hâtivité de la soudure des épiphyses des os longs.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

EXPÉRIENCES

SUR LA

GÉNÉRATION SPONTANÉE

Par MM. LÉGROS et ONIMUS

(Présenté à l'Académie des sciences, le 25 mars 1872.)

§ I.

Il y a six ans déjà, l'un de nous a cherché à déterminer la naissance d'éléments anatomiques ayant une forme déterminée, dans un liquide amorphe, d'origine organique, et identique à celui qui accompagne certains éléments anatomiques, tels que les leucocytes. Ce liquide était renfermé dans une membrane endosmotique qu'on plaçait au milieu de tissus vivants. Au bout de deux jours, on trouvait le liquide rempli de leucocytes. On a objecté, à cette expérience, le passage des leucocytes à travers la membrane, grâce à leurs mouvements amiboïdes. Nous avons répondu à cette objection par d'autres expériences qui démontrent que lorsque le liquide intérieur est inerte et ne peut être le siége des phénomènes d'endosmose, on ne trouve pas de leucocytes. Sans nous arrêter sur ces expériences, nous ferons cependant remarquer que nous avons choisi une membrane endosmotique, parce que les manifestations vitales et la formation d'éléments ayant forme nécessitent non-seulement un liquide favorable au point de vue chimique, mais encore des phénomènes constants d'endosmose et d'exosmose et un renouvellement moléculaire continu.

Pour rechercher quelle pouvait être, dans les fermentations, l'influence des milieux extérieurs sur les liquides renfermés dans l'intérieur d'une membrane endosmotique, nous avons mis dans des tubes de verre, fermés à leurs extrémités par du papier parchemin, de l'eau sucrée préalablement bouillie. Ces tubes étaient plongés dans des vases renfermant de l'eau sucrée fermentant

sous l'influence de la levûre de bière. Au bout de quelques jours, le sucre renfermé dans les tubes offrait tous les caractères de la fermentation alcoolique, et au microscope on constatait la présence de spores de la levûre. Ces faits ont été présentés à la Société de biologie en 1869. On ne pouvait objecter, dans ce cas, le passage actif des corpuscules à travers la membrane, l'épaisseur de la membrane et sa constitution physique éloignent également toute idée de pénétration mécanique passive. On nous objecta que la ligature de la membrane contre le verre pouvait être défectueuse, et laisser des ouvertures imperceptibles, mais par lesquelles les corpuscules auraient été introduits. De plus, au moment de la fermeture des tubes, l'eau sucrée ayant été un instant au contact de l'air, on trouvait dans ce fait une nouvelle objection.

Les expériences que nous venons de faire récemment répondent, il nous semble, à toutes ces objections. En voici le résumé :

Nous enlevons une portion de la coque d'un œuf, près de la chambre à air, en laissant complétement intacte la membrane enveloppante, dite *membrane de la coque*, et nous plongeons cette partie de l'œuf dans de l'eau très-fortement sucrée. Au bout de quelques heures, le mouvement d'endosmose a fait pénétrer dans l'œuf du sucre, comme cela est facile à constater par les réactifs ordinaires. Cet œuf est ensuite plongé dans de l'eau sucrée en fermentation, à une température de 35 à 37 degrés. Au bout de deux à trois jours, mais surtout après sept ou huit jours, on constate au microscope la présence, dans le blanc d'œuf, des spores de la fermentation sucrée.

Des germes venant de l'air extérieur n'ont pu pénétrer dans l'intérieur de l'œuf, et il est de toute évidence qu'il n'y avait primitivement aucun germe ni dans le blanc ni dans le jaune de l'œuf. Il faut donc que ces spores se soient formées spontanément, ou qu'elles aient pénétré à travers la membrane. Or, cette membrane est partout continue, et elle ne renferme normalement aucune ouverture. D'ailleurs, dans les œufs préparés identiquement et maintenus dans la levûre de bière, mais sans présence de sucre, on ne trouve pas de spores. De plus, en maintenant,

dans un tube fermé par cette membrane, de la levûre de bière fraîche, on ne trouve pas à l'extérieur de cette membrane, ni dans l'eau distillée dans laquelle plonge le tube, les spores de la levûre de bière. La membrane n'est donc pas traversée par ces éléments.

D'un autre côté, dès qu'il y a la plus légère ouverture, on s'en aperçoit immédiatement, car il y a une forte pression intérieure par suite de l'endosmose, et cette pression détermine aussitôt la sortie de gouttelettes albumineuses, qui apparaissent à la face externe de la membrane, toutes les fois qu'elle a été accidentellement ou expérimentalement piquée.

Le mouvement considérable d'endosmose qui se produit fait gonfler l'œuf, et, dans beaucoup de cas, fait rompre la membrane; on ne réussit à conserver la membrane intacte que dans un nombre de cas très-limités. On peut obvier à ces inconvénients en solidifiant la membrane, par une légère cuisson, ou en faisant une contre-ouverture, à l'autre bout de l'œuf, dans laquelle on scelle un tube de verre, rempli de coton à sa partie supérieure.

Il n'est point nécessaire de laisser la membrane constamment en contact avec de l'eau sucrée en fermentation, mais il faut quelques jours pour que les spores se trouvent en assez grande quantité dans l'intérieur de l'œuf. Voici les conditions qui nous ont paru les plus favorables : douze à quinze heures de contact avec l'eau fortement sucrée, un même nombre d'heures avec l'eau sucrée en fermentation, puis laisser l'œuf uniquement à la température moyenne du laboratoire pendant quelques jours, en le remettant une ou deux fois pendant quelques instants en contact avec de l'eau sucrée en fermentation.

§ II.

Depuis la présentation de cette note à l'Académie des sciences, nous avons employé des solutions sucrées faites avec le glucose, au lieu de sucre cristallisé. La différence dans la rapidité de la production des spores de la levûre est très-grande, car on constate très-vite leur présence dans l'intérieur de l'œuf.

Dans ces conditions, il n'est plus nécessaire de déterminer dans le liquide extérieur la fermentation artificielle. Il est vrai que les solutions sucrées de glucose à l'air libre fermentent très-facilement; mais d'un autre côté on peut obtenir la naissance de spores dans l'intérieur de l'œuf, alors qu'on n'en constate pas dans la solution sucrée extérieure. Pour cela, nous avons fait bouillir pendant une heure une solution sucrée de glycose, afin de détruire tous les germes qu'on pourrait supposer préexister; puis pour empêcher la production de la fermentation alcoolique, nous avons maintenu la solution à une température très-basse. L'œuf est plongé dans cette solution pendant plusieurs heures, et lorsque les phénomènes d'endosmose se sont produits, on le retire et on le maintient à une température moyenne. Au bout de deux à trois jours, on peut alors constater la présence des spores de la levûre, qui se sont ainsi formées directement dans l'intérieur de l'œuf, et sans que la membrane endosmotique ait été en contact avec une solution sucrée en fermentation.

Plusieurs personnes ne comprennent pas que, dans nos premières expériences, nous ayons cru nécessaire de plonger l'œuf dans une liqueur en voie de fermentation. Ce résultat, comme nous venons de le dire, n'est pas nécessaire quand on emploie une solution de glycose, mais même dans ce cas, la fermentation se fait plus rapidement si la membrane endosmotique est en contact avec une liqueur en voie de fermentation. Ce résultat se conçoit aisément, si l'on se représente le liquide où se fait la fermentation comme ayant une certaine analogie avec les blastèmes.

Pour nous, la naissance d'éléments quelconques ayant forme ne peut se produire que dans les cas où les liquides subissent une rénovation moléculaire continue; et c'est ce mouvement qui arrive à déterminer les conditions chimiques et anatomiques nécessaires à la production de corps ayant une forme définie. Ce n'est pas, il est vrai, de la génération spontanée proprement dite, puisque nous ne croyons pas pouvoir faire, par un simple mélange, un liquide où puisse naître de toutes pièces des éléments particuliers; mais nous soutenons que dans les cas où ce liquide se trouve dans les conditions favorables aux échanges moléculaires et aux

combinaisons chimiques, la forme définie que prennent en ce moment les éléments qui se produisent, est le résultat des modifications chimiques et moléculaires.

En d'autres termes, si nous savions composer de toutes pièces une substance organique amorphe ou *substance coagulable*, nous sommes persuadés qu'il nous serait alors très-facile de déterminer la formation des éléments à forme définie; mais ce qui nous paraît presque impossible à créer par de simples mélanges, et en ne favorisant pas les mouvements moléculaires, c'est justement cet état antérieur d'un corps non cristallisable ou amorphe qui a déjà une composition chimique spéciale et un groupement moléculaire déterminé.

Le contact de la membrane endosmotique avec un liquide en fermentation a donc pour but de transmettre du dehors en dedans, non des corpuscules de levûre de bière, mais l'influence de l'état moléculaire ou physico-chimique qui accompagne toute fermentation. Et ce qui démontre bien que le groupement moléculaire a une action considérable, c'est que la fermentation est plus ou moins rapide, selon la dissolution sucrée. C'est avec le sucre cristallisé que les changements qui accompagnent la fermentation se font le plus lentement.

D'un autre côté le développement des spores de la levûre ne se fait pas proportionnellement à la quantité de sucre, comme cela devrait avoir lieu, d'après la théorie des germes, mais bien corrélativement à la composition chimique et à la présence d'une plus ou moins grande quantité d'eau.

OBSERVATION

pour servir à l'histoire

DE L'ICTÈRE GRAVE

Par M. le Dr PICOT
Professeur libre d'histologie à Tours.

PLANCHE XIII

I.

L'observation que je vais rapporter ici est celle d'une femme atteinte de syphilis constitutionnelle (période des accidents secondaires) et qui a succombé à la suite de cette affection si peu connue jusqu'ici, à laquelle la rapidité de la terminaison funeste, la présence de symptômes terribles du côté du système nerveux, enfin l'existence d'un ictère concomitant ont fait donner le nom d'*ictère grave*. On sait que l'étude de cette forme morbide est loin d'être complète ; c'est pour cela que je crois l'observation en question digne d'être publiée. J'écourterai le plus possible l'exposition des phénomènes cliniques qui, faite dans toute son étendue, serait incompatible avec la nature de ce recueil. (*Documents cliniques fournis par M. Héron, interne à l'hôpital de Tours.*)

La nommée Léontine A..., âgée de vingt-deux ans, est entrée à l'hôpital de Tours, dans le service de Mr. de Loujon, le 29 avril 1871. (Vaginite, ulcérations du col utérin ; plaie en suppuration dans l'aine droite, suite de bubon ; plaques muqueuses à la face interne des joues et sur les bords de la langue.)

Le 31 avril, apparition d'un ictère léger ; pas de troubles digestifs ; à la région hépatique, douleurs qui s'accentuent de plus en plus ; la malade cependant n'est pas forcée de tenir le lit. L'examen du foie n'offre rien de particulier ; pas d'augmentation de

volume, pas de tumeur au creux épigastrique, simplement grande douleur à la pression.

Les choses marchent de la sorte sans trouble du côté des fonctions physiologiques jusqu'au 1er août; les manifestations secondaires guérissent et, à ce moment, il est facile de constater une augmentation de volume de la glande hépatique d'environ deux travers de doigt dans tous les sens. Ce même jour la malade se montre très-affaiblie; elle a une syncope.

Le 3 août, le foie, qui est extrêmement douloureux à la pression, dépasse les fausses côtes de deux travers de doigt; il s'élève jusqu'au niveau du cinquième espace intercostal et sa limite, à gauche, est marquée par une ligne distante du bord gauche du sternum de trois travers de doigt. L'ictère est très-foncé en couleur; les matières fécales sont décolorées; les urines décèlent une grande quantité de matière colorante biliaire.

Du côté du système nerveux on remarque des phénomènes particuliers qui doivent être signalés. La sensibilité générale est exagérée; il existe une hyperesthésie manifeste de toute la surface cutanée, à tel point que le plus léger attouchement arrache des plaintes à la malade. Les pupilles sont très-dilatées; elles ne se contractent pas lorsqu'on relève brusquement la paupière maintenue baissée quelques instants. Une lumière artificielle (bougie) approchée des yeux est perçue par la malade qui lui assigne une *couleur jaune*, mais qui ne peut reconnaître la nature du corps qui la produit; à la distance d'un mètre, du reste, cette lumière cesse d'être perçue. La malade ne voit pas les personnes qui l'entourent, et lorsqu'on lui donne un verre, elle le cherche de la main et non du regard. Le sens de l'audition paraît conservé.

Le travail intellectuel se fait avec une lenteur remarquable; il semble qu'une véritable paralysie de l'intelligence se soit produite. Les réponses aux questions sont pénibles, embarrassées; la malade répète un grand nombre de fois le même mot, la même phrase, toujours avec le même accent et sur le même ton; elle parle toute seule et, dans ce cas, ses paroles ont les mêmes caractères que celles qu'elle émet à la suite des interrogatoires; délire léger.

La motilité, bien que diminuée dans sa force, existe encore cependant; la malade peut encore se retourner et s'asseoir dans son lit; toutefois, lorsqu'on lui présente un verre, ce n'est qu'avec de grandes difficultés qu'elle parvient à le tenir, en raison d'un tremblement incessant qui se manifeste alors dans les membres supérieurs.

Pouls petit, misérable, 84. Température 37°,5. Rien dans la poitrine.

Une agitation extrême survient dans la nuit du 3 au 4. La malade pousse des cris et veut sortir de son lit; elle affirme qu'on va la brûler et qu'elle voit du feu. Cet état dure de neuf heures du soir à trois heures du matin.

A partir de ce moment, coma profond dont rien ne peut tirer la malade, l'hyperesthésie cutanée a disparu, cependant la sensibilité générale persiste encore, mais a pris un caractère tout spécial. Si, en effet, on vient à pincer la peau avec force dans une région quelconque du corps, moins la tête, on voit survenir de brusques mouvements de flexion et d'extension d'un ou des deux membres inférieurs; ces mouvements qui ont perdu, comme on le voit, le cachet des mouvements volontaires, sont de véritables actes réflexes. Il est par là bien évident que la perception ne se fait plus dans l'encéphale et que ces mouvements sont dus à l'action seule de la moelle épinière. Parfois également, à la suite du pincement en question, on voit se manifester une contraction brusque du muscle sterno-mastoïdien du côté gauche qui a le même caractère que les contractions des membres abdominaux. La pupille est extrêmement dilatée; une vive lumière approchée des yeux n'en amène plus le rétrécissement.

Respiration normale. Pouls petit, 118. Température 37°,6.

L'examen de la région du foie montre une diminution énorme de cet organe; il est en effet complétement revenu à son volume habituel, et même, le long des fausses côtes, on constate facilement une zone de sonorité d'environ un travers de doigt.

Le 4, à quatre heures du soir, apparition de vomissements noirâtres et fétides; la malade ne sort pas du coma et les vomissements sont suivis d'un écoulement par la bouche et le nez de

cette même matière noire en question. L'écoulement persiste jusqu'à la mort qui arrive le lendemain à une heure après-midi. La malade n'est pas revenue à elle; elle a eu des urines involontaires, non sanguinolentes, a montré une violente accélération du pouls, 148, et de la respiration, 42, et la température s'est élevée, deux heures avant la mort, jusqu'à 40 degrés.

AUTOPSIE (trente heures après la mort).

Le cadavre est parfaitement conservé; il n'exhale aucune odeur de putréfaction; la teinte jaune ictérique persiste et nulle part on ne constate de taches hypostatiques. Aucune trace d'hémorrhagie ne se rencontre dans l'épaisseur de la peau. Pas de suffusion sanguine des conjonctives.

Le système musculaire a conservé sa fermeté habituelle; les muscles cependant sont un peu plus foncés en couleur que dans l'état normal.

ABDOMEN. — Sur le *grand épiploon*, qui a une teinte jaune générale, on trouve des taches ecchymotiques noirâtres. Ces taches, qui sont nombreuses, ont un volume et une forme variables; on en trouve de rondes, d'elliptiques, de lozangiques; les unes sont grosses comme une tête d'épingle, les autres ont jusqu'à 1 et 1 centimètre et demi de diamètre. La couleur varie également: on en voit de rouge foncé, de rouge lie de vin, de noirâtres; et elles existent sur toute la surface du grand épiploon, séparées les unes des autres par des intervalles sains; dans leur voisinage les vaisseaux sont gorgés de sang noir.

Sur le *mésentère* de semblables taches se rencontrent disséminées, mais en moins grande abondance que sur le grand épiploon. Vers l'insertion intestinale on voit les vaisseaux remplis de sang et, de plus, de larges taches hémorrhagiques dans l'épaisseur de la séreuse; ces taches longent toute l'étendue de l'insertion de l'intestin; de distance en distance elles sont séparées par des parties saines qui tranchent avec elles par leur couleur jaune.

Sur tout le *péritoine pariétal* on retrouve des arborisations

vasculaires en abondance et des taches hémorrhagiques; mais c'est surtout sur le péritoine qui tapisse le petit bassin que se rencontrent les lésions les plus frappantes. Là, toute la séreuse a une couleur rouge noirâtre et c'est à peine si, de distance en distance, on aperçoit quelques parties colorées en jaune. Il n'existe aucun liquide dans la cavité abdominale.

Dans l'*intestin*, on trouve des matières fécales de diverse nature. Dans le rectum, ce sont des matières moulées de couleur gris blanchâtre, et il en est de même jusqu'au cœcum. Là, ce sont des matières liquides d'une coloration noire, analogues au marc de café. Dans l'intestin grêle, ce sont des matières semblables à celles du cœcum. Toute la surface de l'intestin jusqu'au cœcum inclusivement est colorée par ces matières, mais cette coloration disparaît au lavage. Çà et là cependant on rencontre des taches ecchymotiques analogues à celles qui existent sur le péritoine et les vaisseaux intestinaux sont très-apparents dans la muqueuse. Le duodénum est sain.

L'*estomac* est rempli par un liquide noirâtre analogue à celui de l'intestin. La surface de la muqueuse n'est le siége d'aucune ulcération; on trouve des arborisations vasculaires très-nombreuses, mais il est impossible de découvrir des vaisseaux de gros calibre ouverts.

Le *foie* est logé au fond de l'hypochondre droit; son bord ne vient pas jusqu'au niveau du bord des fausses côtes. Petit, dur au toucher, ne conservant pas l'empreinte du doigt, il présente une coloration rouge jaunâtre. La surface est lisse, sans aucune tache ecchymotique, sans aucun tractus fibreux, sans aucune saillie. Il mesure en longueur $0^m,12$ et en largeur $0^m,075$; son poids est de 750 grammes. A la coupe, il est extrêmement dur; il crie sous le scalpel et la couleur intérieure varie suivant les régions, sans que rien de régulier puisse être indiqué à cet égard. Telle tranche, en effet, a une couleur rouge jaunâtre uniforme; telle autre présente des alternatives de coloration jaune et de coloration rouge; telle autre enfin a une teinte tout à fait rouge. Au reste, nulle part on ne rencontre d'hémorrhagie, d'abcès, de kystes ou de tumeurs de quelque nature que ce soit. Le traitement des

coupes par l'iode et l'acide sulfurique ne donne aucun résultat. La vésicule biliaire est petite et vide.

Des injections d'eau sont poussées dans le canal cholédoque et suivant la direction du foie; elles démontrent la perméabilité de ce conduit ainsi que celle des canaux hépatiques de gros et de moyen calibre; sur une coupe faite dans l'organe on voit, en effet, l'injection s'échapper par un très-grand nombre de pertuis. L'injection faite dans le même canal, en le comprimant au-dessus de l'embouchure du canal cystique, gonfle la vésicule biliaire, ce qui démontre la perméabilité de ce dernier conduit. Des injections analogues sont faites également dans la veine-porte et dans l'artère hépatique, et font voir que nulle oblitération de ces vaisseaux ne s'est produite, au moins dans les ramifications ordinaires. Enfin une injection est poussée à plusieurs reprises dans le canal cholédoque vers l'intestin, et le liquide s'échappe avec la plus grande facilité par l'ampoule de Vater.

Le *pancréas* est sain; on ne trouve dans cet organe aucune tumeur qui aurait pu, par compression sur le canal cholédoque, déterminer l'ictère.

La *rate* est un peu augmentée de volume; elle a une couleur noir foncé, est plus molle qu'à l'état normal et sa coupe la montre gorgée de sang noir.

Les *reins* sont de volume normal, mais leur tissu est mou. Colorés en jaune verdâtre, ils montrent une injection considérable des pyramides que leur teinte rouge fait ressortir sur la couleur générale. Celui du côté droit présente quelques taches hémorrhagiques dans la partie corticale; ces taches sont rondes et ont le volume d'un petit pois. Les calices, les bassinets et les uretères ne présentent à signaler que leur teinte jaune générale. Dans la vessie on trouve de l'urine contenant de la matière colorante biliaire. La muqueuse vésicale est colorée en jaune.

Les *ganglions lymphatiques abdominaux* ne présentent rien de particulier; quelques-uns cependant sont plus volumineux qu'à l'état normal.

Dans les *organes génitaux* rien à signaler, si ce n'est la trace

d'une ulcération du col utérin et la coloration jaune de toutes ces parties.

Poitrine. — *Plèvres* saines. *Poumons* fortement congestionnés, gorgés d'un sang noir qui s'écoule abondamment à la coupe; aucune autre lésion du reste. *Bronches* légèrement injectées. *Cœur* affaissé, flasque et petit. Dans le ventricule droit on trouve un caillot coloré en jaune et assez résistant. La surface interne du cœur par place est tachetée en rouge noirâtre. Autour de la valvule mitrale on remarque une teinte rouge brun très-foncée. Le tissu du cœur est extrêmement pâle, il se laisse déchirer avec une très-grande facilité.

Dans le *crâne* aucun épanchement. Le *cerveau* n'est pas congestionné à la surface et, dans son épaisseur, on ne rencontre aucune lésion. Les coupes ont été faites très-nombreuses et très-rapprochées les unes des autres, et n'ont montré qu'un très-léger piqueté sanguin qui n'a rien de pathologique. Rien dans les ventricules; légère coloration jaune du corps strié et des couches optiques.

Le *sang* recueilli dans les troncs veineux brachio-céphaliques est épais, visqueux, comme gluant; il a une coloration noire très-foncée, et l'on peut assez bien le comparer à du sirop de mûres.

§ II. ANALYSE MICROSCOPIQUE.

Sang.— L'examen histologique du sang recueilli à l'aide d'une seringue dans le tronc veineux brachio-céphalique, montre les particularités suivantes : Le liquide présente une teinte verdâtre et les globules rouges ont diminué de nombre d'une manière étonnante; c'est à peine si, dans le champ du microscope, on compte vingt ou trente de ces éléments. Au reste, non-seulement le nombre des globules a diminué, mais ils présentent la plupart des modifications dans leur forme. Petits, ils sont en outre profondément déchiquetés sur les bords et ont une forme stellaire très-accentuée. Cependant, dans le liquide des préparations, je n'ai trouvé, même à l'aide d'un objectif à immersion me donnant un grossissement de 1200 diamètres, aucun corpuscule mo-

bile, aucun infusoire qui indiquerait la putréfaction du sang et la fonte globulaire sous son influence. Je n'ai rencontré aucuns cristaux de matière colorante. Les globules blancs ne paraissent pas augmentés de nombre.

FOIE. — Les préparations faites avec le foie ont été des coupes de l'organe traitées par les méthodes et les réactifs ordinaires; elles ont montré les changements anatomiques ci-dessous : les cellules hépatiques ont disparu, elles sont remplacées dans les lobules par des granules graisseux et un semis de globules brillants ayant tout à fait l'aspect de la graisse. Ces globules sont de volume variable : les uns mesurent $0^{mm},003$, les autres égalent un globule sanguin. Tout le lobule du foie paraît formé par l'agglomération de ces éléments qui semblent être des cellules hépatiques diminuées de volume et dégénérées en graisse.

Le tissu interlobulaire est formé par une masse grisâtre, très-épaisse et dont les dimensions sont au moins quatre fois ce qu'elles sont dans l'état normal. Finement granuleux, ce tissu est parsemé d'une quantité considérable de noyaux les uns arrondis, les autres elliptiques, et dont les dimensions varient entre $0^{mm},005$ et $0^{mm},008$; l'acide acétique rend leurs contours plus apparents. Parmi ces noyaux on trouve quelques cellules plus ou moins nombreuses et présentant des prolongements fibrillaires. Ces cellules, ainsi que leurs prolongements, disparaissent par l'action de l'acide acétique qui montre dans leur intérieur un noyau analogue à ceux précédemment signalés. Enfin on rencontre également dans ce tissu interlobulaire des fibrilles très-fines du tissu conjonctif ou lamineux.

Les modifications survenues dans les canalicules biliaires sont intéressantes à connaître, et le dessin que j'en donne et qui a été pris d'après nature par M. Héron, l'un de mes élèves, montre très-bien le genre de lésion qu'ils ont subi. Dans la figure 1, on voit, entre deux lobules hépatiques, le tissu conjonctif très-développé dont je viens de parler ; puis, au milieu de ce tissu, deux conduits biliaires très-reconnaissables à leur structure et à leur coloration jaune verdâtre. L'un de ces conduits, d'où part une ramification, présente une dilatation ampullaire considérable dans

laquelle s'est accumulée la bile; à cette dilatation succède un rétrécissement énorme. Dans la figure 2, on voit que ce rétrécissement est tel que le calibre du canal a totalement disparu et que ses parois sont accolées entre elles. Là il est facile de juger de l'énorme développement qu'a pris le tissu interlobulaire; tout autour de la lésion du canalicule biliaire on rencontre, en effet, une quantité de cellules de nouvelle formation (cellules conjonctives ou corps fibro-plastiques). Le tissu au sein duquel existent ces éléments anatomiques est finement granuleux, amorphe par places et parsemé de noyaux dans d'autres régions. Dans l'intérieur du canalicule biliaire, surtout vers la partie qui se rétrécit, existe un nombre assez considérable de granules noirâtres sur la nature desquelles je ne suis pas bien fixé, mais qui pourraient bien être des dépôts de cholestérine ou de matière colorante biliaire.

REINS. — Dans les tubes rénaux pris dans les pyramides on remarque que les épithéliums renferment une assez grande quantité de granulations brillantes analogues aux granulations graisseuses; on trouve même çà et là des cellules qui réfractent fortement la lumière et qui paraissent être fondues totalement en graisse.

CŒUR. — Son tissu montre des fibres musculaires dégénérées. On ne trouve plus la striation habituelle, mais un pointillé granuleux qui règne dans toute l'étendue des fibres. Les granulations en question sont très-petites, mais, de distance en distance, on en rencontre qui ont un volume plus considérable; ces dernières réfractent fortement la lumière à la manière de la graisse.

§ III. ANALYSE CHIMIQUE.

J'aurais voulu pouvoir faire une analyse chimique complète, mais la chose m'était impossible, car je ne suis pas chimiste. Je n'ai donc fait que rechercher ici la présence de la cholestérine dans le sang et le cerveau. Mon but était de vérifier les résultats qui avaient été obtenus par M. A. Flint, et de voir s'il y avait ou non cholestérémie. Il eût été certainement de la plus haute importance de rechercher dans le sang les sels de la bile.

SANG. — 97 grammes de sang recueillis sur le cadavre furent mis à dessécher dans une étuve ; puis, après dessiccation complète, pulvérisés avec le plus grand soin de manière à être réduits en poudre impalpable. Cette poudre est mise en digestion dans un demi-litre d'éther et laissée en contact pendant deux jours ; on remue de temps en temps la bouteille, afin de bien pénétrer la masse par l'éther. Au bout de ce temps, je filtre et je lave de nouveau avec de l'éther sur le filtre. Les liqueurs recueillies sont livrées à l'évaporation spontanée. Le résidu est traité par 150 grammes d'alcool bouillant et filtré immédiatement, puis abandonné à l'évaporation. Lorsque l'alcool a disparu, on peut déjà voir à la surface du résidu de petits cristaux qui, examinés au microscope, ont les caractères de la cholestérine. Avec ces cristaux, on trouve dans la capsule une matière huileuse. Je traite par une solution de potasse caustique (potasse 20 grammes, eau distillée 20 grammes) et je laisse le tout en contact, pendant vingt-quatre heures, dans un four modérément chaud ; de temps à autre de l'eau distillée était ajoutée pour remplacer celle évaporée. Je délaye alors le tout dans une grande quantité d'eau distillée (un litre) et je filtre, puis je lave le filtre avec de l'eau distillée, jusqu'à ce que le liquide ne bleuisse plus le papier de tournesol. Je laisse sécher mon filtre, puis je le lave à l'éther, le résidu est dissous par l'alcool bouillant, filtré à chaud, puis livré à l'évaporation spontanée. Alors la cristallisation se montre et les cristaux sont reconnus à l'aide du microscope pour des tables de cholestérine. J'avais recueilli dans un verre de montre la solution alcoolique dès qu'elle avait pu y tenir ; le verre de montre pesait $5^{gr},15$; au nouveau pesage, après l'évaporation de l'alcool et la cristallisation de la cholestérine, il m'a donné $5^{gr},325$, soit de cholestérine, $0^{gr},175$. Ce qui donne pour 1000 parties de sang $1^{gr},804$.

J'ai donc :

Sang	97 gr.
Cholestérine	0,175
Ce qui donne pour 1000	$1^{gr},804$

CERVEAU. — 300 grammes de cerveau furent recueillis et subi-

rent les préparations que j'ai décrites au long pour le sang. Le dernier résidu qui cristallisa et dont l'examen microscopique démontra la nature chimique, fut placé dans dix verres de montre dont les poids avec ou sans cholestérine sont figurés par les chiffres suivants :

1..............	5gr,25	5gr,70	0,45
2..............	5 15	5 475	0,325
3..............	5 70	6 125	0,425
4..............	5 45	5 960	0,510
5..............	5 85	6 065	0,215
6..............	5 10	5 720	0,620
7..............	5 55	5 925	0,375
8..............	5 30	5 725	0,425
9..............	6 »	6 700	0,700
10..............	5 75	6 265	0,515
	Total de la cholestérine.......		4,560

Nous avons donc :

Cerveau............	300
Cholestérine.........	4,560
Ce qui donne pour 1000 de cerveau..	15gr,2000

§ IV. RÉFLEXIONS.

L'observation que je viens de rapporter demande à être étudiée à divers points de vue. Il faut d'abord examiner quelle est la nature de la maladie ; puis, ceci posé, rechercher les causes des manifestations symptomatiques qui se sont présentées, à savoir : l'ictère, les troubles nerveux ; en dernier lieu expliquer la série des lésions anatomiques existant dans le sang, le cœur, les reins, l'intestin et le péritoine. Je vais essayer de refaire au point de vue de la physiologie pathologique, l'histoire de cette affection.

On sait que le propre de la syphilis est de déterminer dans la plupart des organes des inflammations particulières qui amènent à leur suite une augmentation (prolifération ou hypergenèse) du tissu conjonctif interstitiel. Les lésions anatomiques décrites sous les noms de *cirrhose*, *sclérose*, *inflammation interstitielle* ou même *inflammation diffuse*, ne sont pas autre chose. Or, dans le cas particulier, nous avons affaire à une femme syphilitique, et les lésions macroscopiques et microscopiques du foie, jointes à la grande douleur et au gonflement de l'organe qui ont été recon-

nus pendant la vie, nous montrent d'une manière évidente que nous avons ici une inflammation de ce genre. On sait, en effet, qu'au moment de sa naissance, le tissu conjonctif ou lamineux présente un volume beaucoup plus considérable que celui qu'il aura lors de son développement complet; on sait qu'une fois né, il se rétracte constamment, et tous les auteurs assignent aux processus morbides de ce genre deux périodes distinctes : l'une, d'augmentation de volume des organes atteints; l'autre, d'atrophie de ces mêmes organes. Ce sont là précisément les phases qu'a traversées la lésion hépatique dont il est question ici. Mais, dans le cas particulier, il y a quelque chose de spécial, c'est la rapidité avec laquelle s'est faite la rétraction du tissu conjonctif de nouvelle formation, puisqu'en trois jours le foie, qui était jusque-là très-volumineux et qui dépassait de deux travers de doigt, dans tous les sens, ses limites naturelles, en est arrivé aux dimensions et au poids qui ont été signalés plus haut. Involontairement, en présence de cette rapidité de diminution du volume du foie et en présence des symptômes graves qui, à ce moment, se sont manifestés du côté du système nerveux, on songe à la lésion classique de l'ictère grave qui a été désignée sous le nom d'*atrophie jaune aiguë* du foie. La dégénérescence graisseuse des cellules hépatiques, leur disparition pourrait faire croire à cette lésion, et cependant ici rien, dans l'état physique de l'organe hépatique, n'autorise à accepter cette manière de voir. Dans les cas d'atrophie jaune aiguë du foie, en effet, on trouve le tissu de l'organe extrêmement ramolli, très-friable, presque coulant et d'une consistance analogue à de la gelée; jamais il ne présente cette fermeté, cette dureté qu'il avait dans le cas particulier; jamais son tissu ne crie sous le scalpel et, bien que Frerichs ait signalé dans cette lésion une augmentation du tissu conjonctif, je ne crois pas que l'on rencontre alors ce tissu avec le degré de développement qu'il a montré dans l'affection que j'étudie. D'après tout cela, je ne puis croire, pour caractériser l'état de l'organe hépatique, à la lésion dite *atrophie jaune aiguë*, malgré la concomitance et de l'ictère et des phénomènes nerveux. Ce fait vient corroborer l'idée que

l'expression *ictère grave* ne doit être envisagée qu'au point de vue symptomatique seul et qu'elle ne doit pas entraîner à sa suite la croyance à une lésion anatomique bien définie et tout à fait particulière. Il résulte de là que la lésion du foie que j'ai décrite n'est autre que l'hépatite interstitielle, que la sclérose du foie avec ce caractère particulier, que la seconde phase évolutive de la lésion a pris une allure beaucoup plus rapide que dans le plus grand nombre des cas. Si je voulais caractériser la lésion en question, je crois que je pourrais lui donner le nom d'*hépatite interstitielle à phase atrophique suraiguë.*

L'ictère a besoin d'être examiné. Si l'on s'en tenait simplement aux lésions macroscopiques, rien ne pourrait faire comprendre le mécanisme de la production de l'ictère dans ce cas. Les voies biliaires ne sont pas obstruées dans les conduits excréteurs; bien plus, des injections poussées vers le foie démontrent la perméabilité des canaux hépatiques jusque dans l'épaisseur même de l'organe. Sans doute l'atrophie du foie peut faire songer à une compression quelconque portant sur les fins canalicules biliaires; mais, dans certaines atrophies du foie, on voit la maladie suivre ses phases habituelles et arriver jusqu'à la terminaison fatale sans que la teinte ictérique se manifeste. L'étude histologique de la lésion vient ici faire comprendre le mécanisme de la rétention de la bile et du passage de sa matière colorante dans le sang, puisqu'elle fait voir manifestement le rétrécissement et l'oblitération des canalicules biliaires amenés par le développement énorme autour d'eux du tissu conjonctif de nouvelle formation.

Avant de chercher à se rendre compte des manifestations symptomatiques si remarquables qui se sont produites du côté du système nerveux et que rien ne peut expliquer anatomiquement, puisque le cerveau n'a présenté aucune lésion, il est nécessaire d'examiner les modifications trouvées dans le sang.

Le sang présente des lésions physiques et des lésions chimiques. Au point de vue physique, c'est la coloration si noire de ce liquide; c'est la disparition, la fonte des globules rouges et l'état de déformation de ceux de ces éléments qui existent encore.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de rechercher quelle peut être la cause d'une semblable dissolution globulaire. Nous savons que dans les fièvres graves, qu'actuellement l'on tend à considérer comme de véritables fermentations internes, une fonte analogue des hématies se manifeste; nous savons que dans la putréfaction du sang, ce sont les globules rouges qui disparaissent tout d'abord et précisément en manifestant les déformations que j'ai signalées ici. L'autopsie que j'ai rapportée n'ayant été pratiquée que trente heures après la mort et s'étant faite au mois d'août, pourrait faire songer à la putréfaction du sang. Mais il est ici un fait qui ne permet pas d'attribuer, soit à une fièvre grave, soit à la putréfaction du liquide sanguin, la disparition des hématies. Dans l'un et l'autre de ces cas, en effet, on rencontre toujours dans le sang des points mobiles, des infusoires qui sont la caractéristique soit de la putréfaction, soit des fermentations internes. Or, je l'ai dit, dans le sang que j'ai examiné, malgré l'emploi de l'objectif à immersion, avec un grossissement de 1200 diamètres, il m'a été impossible de constater la présence des infiniment petits qui sont si faciles à reconnaître, même à 700 diamètres, dans les cas de putréfaction ou de maladies infectieuses. Il faut donc chercher ailleurs la cause de la fonte et des déformations des globules sanguins.

Dès 1844, Plättner a démontré que les acides biliaires et leurs sels exercent une influence délétère sur les globules du sang. Il a fait voir que ces éléments anatomiques sont détruits par ces agents et que, de plus, l'hémoglobine elle-même est bientôt atteinte et se décompose rapidement. Les recherches de Plättner ont été confirmées, quinze ans plus tard, par Kühne, et, en 1862, Hope-Seyler, en injectant dans le sang d'animaux vivants les acides et les sels biliaires, a démontré la présence dans ce liquide de cristaux d'hémoglobine; enfin, dans la 2e édition de son *Traité clinique et expérimental des embolies capillaires*, M. Feltz (de Strasbourg) a fait voir que, dans le sang des animaux qui avaient subi dans les vaisseaux des injections de glycocholate de soude, on trouve une dissolution des globules rouges et quelques cristaux d'hémoglobine. Sans doute, dans le cas que je rapporte je n'ai

pas trouvé de cristaux dans le sang, mais le chien de M. Feltz est mort en deux jours, et Plättner a fait voir que les sels biliaires atteignent bientôt l'hémoglobine et en amènent la décomposition. Or, ici, est-il possible que la cause de la lésion globulaire du sang soit précisément la présence dans ce liquide des acides biliaires ou de leurs dérivés? Sans aucun doute, puisque ces sels sont dissous dans la bile et qu'ils sont susceptibles d'être absorbés tout comme l'est la matière colorante de ce liquide, qui, par sa présence dans le sang, donne lieu à l'apparition de l'ictère. A la vérité, la constatation directe de la présence dans le liquide sanguin de ces sels biliaires n'a pas été faite par moi, j'en ai donné les motifs; mais l'apparition des hémorrhagies du côté du péritoine et du tube digestif serait encore une preuve pour admettre cette présence, puisque, dans les expériences par injections faites avec cette substance, on voit justement se manifester des lésions semblables.

Au point de vue chimique, le sang présentait également une lésion très-importante, je veux parler de l'augmentation de la quantité de cholestérine. Dans le sang veineux du bras, chez l'homme sain, on trouve en moyenne 0,625 pour 1000 de cholestérine, et dans le sang que j'ai étudié à ce point de vue, j'ai noté 1,804 pour 1000. Il est vrai que le sang examiné ne provenait pas du bras, et l'on sait, depuis les recherches de M. A. Flint, que le sang qui revient du cerveau renferme une quantité de cholestérine plus considérable que celui des autres parties du système nerveux. Le sang étudié était un sang mixte, puisqu'il a été pris dans le tronc veineux brachio-céphalique; il devait donc contenir une plus grande quantité de la substance en question que le sang du bras. Mais, en tenant compte de cette donnée physiologique, on trouve que le chiffre de 1,804 pour 1000 de sang, qui figure la proportion de cholestérine dans le cas particulier, est encore trop élevé, alors même qu'il s'agirait du sang pris dans la jugulaire interne et revenant directement de l'encéphale. En effet, dans le sang de la jugulaire interne du chien, on ne trouve que 1,038 pour 1000 de cholestérine, et l'on sait que le sang veineux ordinaire de cet animal renferme plus de ce principe que

le sang de l'homme, puisque chez lui on trouve en moyenne 0,917, le sang humain ne contenant que 0,635. D'après cela, il est donc bien établi que la quantité de cholestérine est augmentée dans le sang dont il s'agit.

L'analyse chimique du cerveau vient, du reste, ici, expliquer les manifestations morbides qui ont eu pour siége cet organe. Il existe, en effet, ici une proportion considérable de cholestérine, et qui surpasse de beaucoup la quantité de cette substance que l'on rencontre dans l'encéphale à l'état normal. J'ai trouvé dans le cerveau examiné 15,200 pour 1000 de cholestérine et les moyennes ne donnent, à l'état physiologique, que 9,593. Sans doute l'un des cas rapportés par M. A. Flint donne 11,456, mais en prenant comme terme de comparaison ce dernier chiffre, on trouverait encore, au profit du cas dont il est ici question, une différence de 3,744.

§ V. REMARQUES PHYSIOLOGIQUES.

Ceci posé, je puis tenter de donner une explication physiologique des troubles nervéux qui se sont manifestés pendant la maladie. La dissolution et la fonte des globules rouges du sang entraînaient à leur suite le défaut d'oxygène et, par le fait, l'encéphale se trouvait privé d'un des matériaux essentiels de sa nutrition intime. D'autre part, la cholestérine, que les travaux de M. A. Flint ont montré être le résultat de la désassimilation du cerveau et des nerfs, n'était plus éliminée par le foie, elle s'accumulait dans le sang et l'encéphale recevait conséquemment, pour les besoins de sa nutrition, des produits de sa propre désassimilation; il y avait donc là deux causes très-efficaces de défaut de réparation des centres nerveux. Or, on sait que dans l'organisme les fonctions des éléments anatomiques, qui ne sont autre chose que l'exercice de leurs propriétés biologiques, sont intimement liées à l'intégrité de leur nutrition, à tel point que celle-ci venant à être entravée d'une manière quelconque, les fonctions sont immédiatement troublées. C'est donc à cette altération dans la nutrition des éléments anatomiques nerveux que doivent être rap-

portés les symptômes si remarquables qui se sont produits du côté de l'innervation, à savoir : l'exaltation de la sensibilité générale, la paralysie du sens de la vue, la paralysie intellectuelle, le coma et finalement l'extinction de la perception encéphalique qui a eu pour résultat l'apparition des mouvements réflexes. Mais veut-on aller plus loin, et savoir quel rôle, dans ce cas, incombe à la cholestérine ? quel rôle incombe à la disparition des globules rouges ? veut-on se demander si les sels biliaires agissent par eux-mêmes sur le système nerveux comme de véritables poisons, ou bien si leur action n'est effective pour les centres nerveux que par le fait de la destruction des globules rouges qu'ils entraînent ? ce sont là, je le crois, des questions qu'il est impossible de résoudre, au moins dans l'état actuel de la science.

Dans le cas particulier j'ai signalé des dégénérescences graisseuses du foie, du rein et du cœur, et j'ai montré, avec les hémorrhagies qui se sont faites dans le tube digestif, des hémorrhagies interstitielles dans le péritoine principalement et dans le rein. Pour ce qui est de la fonte graisseuse des cellules hépatiques, sa production se comprend facilement. Soumis à une pression considérable par le fait de l'énorme développement du tissu conjonctif interstitiel, ces éléments anatomiques souffraient bien certainement dans leur rénovation moléculaire, et l'on sait que la dégénérescence graisseuse est un des modes de destruction des éléments anatomiques qui, pour une cause ou pour une autre, souffrent dans leur nutrition. Quant à la dégénérescence graisseuse des autres organes, elle reconnaît toujours la même cause, l'altération de nutrition ; mais ici ce n'est plus un acte mécanique qui agit, mais bien une cause biologique. Le sang, en effet, est profondément atteint dans ses éléments globulaires et l'on sait que toutes les fois qu'il en est ainsi, on voit survenir des dégénérescences graisseuses dans tous les organes : la stéatose de l'empoisonnement par le phosphore, celle qui suit les injections de sels biliaires, enfin celle que l'on remarque dans les fièvres graves en sont des exemples. Les hémorrhagies, à leur tour, ne sont, selon toute probabilité, que le résultat de la faiblesse de résistance des capillaires qui ne peuvent plus supporter

la pression intérieure à laquelle ils sont soumis. On sait que, dans la plupart des fièvres graves, la paroi des capillaires se charge de granulations graisseuses, un grand nombre de fois j'ai montré cette dégénérescence à mes élèves dans la variole hémorrhagique. J'ai omis, à tort, d'examiner les petits vaisseaux dans le cas particulier; mais je pense qu'il m'est bien permis de conclure ici par analogie de lésions du sang.

En résumé, voici comment je comprends la série des modifications morbides qu'a présentées la malade qui fait le sujet de cette observation : syphilis constitutionnelle, hépatite interstitielle à phase atrophique suraiguë, rétention biliaire par étranglement des fins canalicules de la bile, ictère, absorption des sels de la bile et fonte des globules sanguins, rétention de la cholestérine dans le sang et le cerveau, défaut d'oxygène, dégénérescence graisseuse des organes et des capillaires, cette dernière amenant les hémorrhagies.

De tout ce que je viens de dire, il résulte que l'opinion de M. A. Flint *sur la cholestérémie* paraît fondée ; mais que l'on ne peut pas toutefois lui attribuer, à elle seule, les manifestations pathologiques qui surviennent du côté des centres nerveux, puisque les acides biliaires et leurs dérivés ont, sur le liquide sanguin et par suite sur l'encéphale et les autres organes de l'économie, une action aussi funeste que possible.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

FIG. 1. — Coupe du foie. Grossissement 400 diamètres.

1 et 8. Lobules hépatiques.
2. Vaisseau capillaire dans lequel on distingue assez nettement quelques globules rouges.
3. Canalicule biliaire étranglé, puis dilaté. On y voit de petites masses noires qui m'ont paru être des dépôts analogues à ceux qui forment les calculs biliaires (cholestérine et matière colorante?)
4. Canalicule biliaire plus fin, paraissant s'aboucher dans le précédent.
5. Tissu lamineux ou conjonctif très-développé.

6. Capillaire rompu. Dépôt de pigment granuleux vers la rupture.
7. Autre canalicule biliaire.
9. Vaisseau privé de sang. Dans un point quelques globules rouges et des granulations pigmentaires.

FIG. 2. — Même coupe grossie à 520 diamètres.

1 et 2. Canalicules biliaires.
3. Capillaire rompu.
4 et 5. Tissu lamineux ou conjonctif. Il est constitué par une masse considérable de matière amorphe très-finement granuleuse, au milieu de laquelle on voit des noyaux et des cellules. Ces dernières sont des corps fibro-plastiques, les uns fusiformes, mais pour la plupart étoilés. Ce sont ces éléments qui ont été désignés par d'autres auteurs sous le nom de cellules du tissu conjonctif ou cellules plasmatiques.
6. Cavité du vaisseau représenté en 9, fig. 1.

FIG. 3. — Fibres du cœur ayant subi la dégénérescence graisseuse.

FIG. 4. — Tube rénal dont l'épithélium est chargé de graisse.

1 et 2. Grosses gouttelettes graisseuses.

PROCÉDÉS

POUR

DÉCOLORER LES PIÈCES ET LES COUPES MINCES

QUI ONT MACÉRÉ DANS LA SOLUTION CHROMIQUE

ET LES RENDRE TRANSPARENTES

Par J. LUYS
Médecin de la Salpêtrière.

La plupart des observateurs une fois qu'ils ont fait une coupe mince d'un tissu quelconque durci dans la solution chromique la mettent dans un vernis ou dans le baume de Canada, et arrivent ainsi, après l'avoir colorée par le carmin, à la rendre admirablement transparente et à pouvoir la conserver indéfiniment.

Ce procédé qui est excellent pour l'étude isolée des éléments anatomiques qui sont ainsi solidifiés d'une façon stable dans leurs rapports normaux, devient insuffisant pour l'étude de certains tissus, et en particulier du tissu nerveux lorsqu'il s'agit de l'étude sur une grande surface. Les vernis ont en outre les inconvénients de leur qualité, ils rendent souvent les préparations trop transparentes, et il vient un temps où tous les éléments sont insensiblement confondus et ne se distinguent plus que très-imparfaitement.

En présence de ces difficultés qui pour le travail photographique deviennent quelquefois insurmontables en ne donnant que des épreuves pâles et blafardes, j'ai dû chercher des moyens nouveaux de préparer mes pièces, de façon à les rendre uniformément transparentes sans pour cela dépasser le but, et surtout en leur conservant leur intégrité et leur coloration naturelles.

Le problème le plus difficile à résoudre était d'enlever méthodiquement (la coupe étant faite aussi mince que possible) l'acide chromique interposé mécaniquement dans sa trame et de la restituer ainsi dans son état naturel, pour la placer ensuite dans des solutions éclaircissantes titrées soit de glycérine, soit de sirop de sucre acidifié.

Voici les procédés dont je me sers habituellement et qu'après de longs tâtonnements, je suis arrivé à conseiller comme étant les meilleurs et les plus sûrs pour arriver aux résultats que j'indique:

Il est nécessaire pour les opérations qui se commandent les unes les autres d'avoir, préparées à l'avance :

1° Une solution concentrée de soude caustique dans de l'eau filtrée.

2° Une solution d'acide chlorhydrique (2/3 d'acide pour 1/3 d'eau filtrée).

3° Des cuvettes plates en usage pour les photographies ou des assiettes à fond plat.

On commence, la coupe ayant été pratiquée soit à main levée, soit à l'aide de mon appareil à section dont la description à été donnée dans l'ouvrage de M. Robin (1), par la placer entre deux petites feuilles de verre (pour ne pas qu'elle se déchire ou se gondole dans le cours des opérations qu'elle va subir). Puis, la mettant dans une cuvette on y verse immédiatement la solution alcaline qui doit l'imbiber peu à peu, on soulève la lame de verre et l'on fait pénétrer le bain alcalin de tous côtés. A mesure que l'imbibition se fait, la pièce se gonfle et s'amollit; ses nuances deviennent plus accusées, et quand on juge le temps de l'imbibition suffisant, on la plonge immédiatement dans une seconde cuvette remplie d'eau filtrée. A ce moment, l'action de la soude se poursuit encore, la trame du tissu devient de plus en plus transparente et menace même, si l'on n'a pas le soin de maintenir les deux surfaces du verre qui le supportent bien en rapport, de voir des délabrements s'opérer.

C'est à ce moment qu'il convient d'arrêter l'action alcaline à l'aide de l'immersion subite dans la solution chlorhydrique.

On plonge donc de nouveau la pièce dans une cuvette où est déposée la solution acide.

A ce moment le tissu revient sur lui-même, il se crispe momentanément, et le mouvement de ramollissement est instanément enrayé.

Après un séjour variable, suivant l'épaisseur de la pièce, suivant

(1) Voyez *Traité du microscope*, par Ch. Robin. 1871, p. 249 et suiv.

la concentration du bain, qui oscille de cinq à six minutes à un quart d'heure, on la plonge ensuite dans une cuvette pleine d'eau simple (toujours en ayant bien soin de la maintenir appliquée entre les deux lames de verre) pour la débarrasser de l'acide. On la laisse ainsi s'immerger pendant vingt-quatre heures, en ayant soin d'appliquer sur le verre supérieur un poids faisant une légère pression.

Voici ce qui se passe : — Le tissu de la pièce sous l'influence de la solution alcaline s'est notablement gonflé, il a par le fait de cette ampliation écarté mécaniquement de ses interstices les cristaux d'oxyde de chrome qui sont ainsi devenus libres ; d'un autre côté, l'acide chlorhydrique en arrêtant le mouvement de dilatation et en opérant une sorte de crispation de la trame a, d'une autre part, exprimé en quelque sorte ces mêmes cristaux et a agi ensuite chimiquement comme substance décolorante, sur les portions d'acide chromique non encore passées à l'état d'oxyde de chrome.

La compression douce que l'on maintient pendant quelques jours favorise le mouvement d'expulsion des cristaux d'oxyde de chrome qui peu à peu abandonnent la trame du tissu et se répandent dans l'eau du bain sous forme d'une poussière verdâtre.

En ayant soin de changer l'eau tous les jours et de laver la pièce avec précaution, on peut ainsi faire disparaître toute trace du passage de l'acide chromique dans sa trame et lui restituer sa coloration primordiale.

C'est ainsi qu'après avoir durci par l'acide chromique des tranches du cerveau, pour pouvoir en faire des coupes de 1 millimètre d'épaisseur à l'aide d'un grand appareil à section, j'ai pu les décolorer complétement, et obtenir la réapparition de l'aspect de la substance blanche et de la substance grise avec leur éclat naturel.

Pour les coupes de la moelle allongée et du bulbe, ces procédés m'ont permis d'avoir des pièces d'ensemble très-transparentes, très-blanches avec des contrastes suffisants, et sans avoir à regretter une altération de tissu (1).

(1) Les vernis ont l'inconvénient dans ces dernières régions, de rendre par la transparence extrême qu'ils donnent aux tissus certains détails inappréciables à la vue. C'est ainsi que la substance grise de la protubérance, dans ses portions centrales

La pièce après avoir subi ces préparations successives doit être alors placée, une fois qu'elle a été bien lavée, dans un milieu destiné à la rendre transparente pour être conservée.

J'emploie ordinairement pour cette dernière opération deux solutions qui sont également bonnes.

Dans la première, c'est la glycérine qui en constitue l'élément principal, je l'additionne d'acide acétique ordinaire, et j'en fais ainsi une solution d'une densité que je rends variable, suivant que la pièce s'imbibe plus ou moins aisément, et suivant qu'elle a besoin d'être éclaircie par une dose de glycérine plus ou moins forte.

La seconde solution est du sirop de sucre ordinaire, que je mélange en proportions variables avec de l'acide acétique et de l'eau ou bien du sirop de glucose pour éviter les cristallisations.

Après avoir plongé les pièces dans un bain constitué par l'une ou l'autre de ces solutions, je les place entre deux verres et je procède à l'encadrement et au fixage du verre supérieur, suivant les procédés habituels et que tous les histologistes connaissent.

Cette méthode toute logique de traiter les coupes minces solidifiées préalablement dans la solution chromique, présente de grands avantages pour un certain nombre de préparations. Le plus important de tous, c'est de présenter la texture d'un tissu avec ses nuances et ses colorations normales ; les éléments sont vus sans fard tels qu'ils sont à l'état naturel. D'un autre côté elle permet lorsque la nécessité l'exige de colorer l'ensemble avec la solution de carmin ou toute autre matière colorante ; on obtient ainsi des effets de coloration très-saisissants. La conservation de la pièce une fois qu'elle est encadrée est assurée, pourvu qu'on ait bien soin d'éviter la déperdition du liquide qui la baigne. J'ai ainsi conservé en bon état, depuis près de trois ans, des préparations de tissus tant normaux que pathologiques. Au point de vue des propriétés conservatrices, la glycérine est préférable au sirop de sucre qui au bout d'un certain temps a le désavantage de former des cristaux au milieu de la trame des tissus.

ne présente avec eux que des nuances vagues, et par cela même est complétement méconnue.

NOTE

SUR UNE VARIÉTÉ FRÉQUENTE
(ANOMALIE RÉVERSIVE)
DU MUSCLE COURT PÉRONIER LATÉRAL CHEZ L'HOMME

Présentée à la Société d'anthropologie le 8 février 1872

Par M. S. POZZI
Aide d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris.

Le muscle court péronier latéral, *grand péronéo-sus-métatarsien* de Chaussier, *peronæus brevis* d'Albinus, *Peronæus secundus* de Spigel, naît par un ventre charnu du péroné dans la moitié ou les deux tiers inférieurs de sa face externe; il s'insère en outre aux cloisons aponévrotiques qui le séparent des muscles de la région antérieure et postérieure de la jambe. Ses fibres vont s'attacher à un tendon qui pénètre supérieurement dans l'intérieur du muscle et qui apparaît, sur sa partie externe, au tiers inférieur de la jambe. Il descend dans une gaîne située derrière la malléole externe, puis se réfléchit à angle presque droit, se place au devant du calcanéum dans une seconde gaîne superposée à celle du long péronier, et gagne enfin en passant sur le cuboïde, la base du cinquième métatarsien où il s'insère en s'élargissant. Dans son trajet il est recouvert par le long péronier jusqu'à l'articulation tibio-tarsienne. — Telle est la disposition ordinaire du muscle.

Dans l'anomalie dont un exemple est mis sous les yeux de la Société, le corps charnu du muscle et la partie supérieure de son tendon sont régulièrement conformés; mais immédiatement au-dessus de son insertion à la base du cinquième métatarsien, une languette fibreuse large de deux millimètres se détache du tendon. Elle se porte directement en longeant la face externe du cinquième os du métatarse vers le petit orteil et s'insère à la partie externe

de l'extrémité postérieure de sa première phalange. Cette languette passe sous une forte expansion tendineuse du péronier antérieur qui présente un développement exceptionnel (son volume égale celui de l'extenseur commun). — Voir la fig. p. 71.

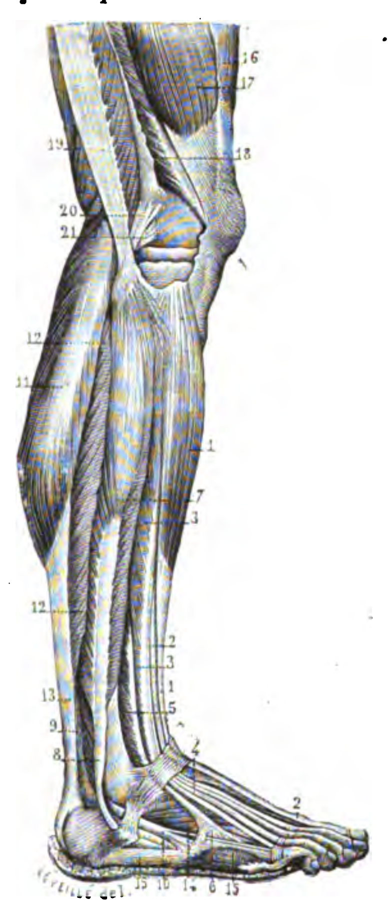
Ce *tendon digital* du court péronier latéral est fréquent. Cruveilhier l'a vu souvent (*Traité d'Anat. descript.*, 2e édit., t. I, page 760), Theile l'a mentionné (*Encycl. anat.*, trad. de Jourdan, tome III, p. 326), Wood (*Proceeding of the Royal Society of London*, vol. XIII, XIV et XV *passim*) l'a rencontré fréquemment et l'appelle *peronæus quinti digiti*, enfin, le professeur Sappey en a donné une excellente figure (*Traité d'anatomie descript.*, 2e édit., fig. 331), et considère cette disposition comme la plus habituelle (t. II, p. 430). Les recherches que j'ai faites ne me permettent pas de me ranger à cette opinion, et je crois, avec la généralité des auteurs, que l'absence du tendon digital est la règle et sa présence une anomalie. Je prie ce maître éminent de recevoir l'expression de ma gratitude pour la libéralité avec laquelle il a mis à ma disposition la belle figure qui est reproduite ici.

Cette anomalie est elle-même sujette à quelques variétés. C'est ainsi que l'insertion du petit tendon digital peut se faire, non sur la phalange, mais sur l'expansion fibreuse de l'extenseur commun (Wood), sur ce tendon lui-même (Cruveilhier) ou sur le bord supérieur du cinquième métatarsien (Wood). Une disposition bien autrement intéressante est la suivante : Au-dessous de la malléole externe un petit faisceau charnu né du court péronier latéral se portait à l'expansion de l'extenseur commun sur le petit orteil (Wood, *loc. cit.*, vol. XIII, p. 302). Dans tous les cas que j'ai observés il y avait un péronier antérieur très-développé. Mais Wood a vu ce muscle manquer, et en pareil cas, suivant sa remarque, le pied avait un aspect tout-à-fait simien.

Pour ma part, depuis que mon attention est attirée sur ce point, j'ai trouvé le tendon phalangien du court péronier latéral quatre fois sur 28 sujets, ce qui donne la proportion de un septième ; Wood l'a rencontré 5 fois sur 34, résultat sensiblement le même.

Tandis que Wood ne l'a vu que sur des sujets du sexe mascu-

lin, je l'ai observé sur deux femmes. Dans tous ces cas, sauf un, l'anomalie était symétrique.



1, 1. — Jambier antérieur. — 2, 2. Tendon de l'extenseur propre du gros orteil. — 3, 3. Long extenseur commun des orteils. — 4. Tendons de ce muscle destinés aux quatre derniers orteils. — 5. Péronier antérieur. — 6. Attache de ce muscle aux deux derniers métatarsiens. — 7. Long péronier latéral. — 8. Tendon de ce muscle se réfléchissant une première fois sur la malléole externe et plus bas sur le bord externe du pied. — 9. Court péronier latéral. — 10. Son tendon qui vient s'insérer à la tubérosité du cinquième métatarsien; *une division très-grêle s'en détache pour se rendre à la première phalange du petit orteil.* — 11. Jumeau interne. — 12, 12. Soléaire. — 13. Tendon d'Achille. — 14. Pédieux. — 15, 15. Abducteur du petit orteil. — 16. Droit antérieur. — 17. Vaste externe. — 18. Faisceau inférieur de ce muscle dont les fibres naissent de la cloison intermusculaire externe. — 19. Tendon du biceps fémoral. — 20. Ligament latéral externe de l'articulation du genou. — 21. Tendon du poplite.

Un fait aussi fréquent mérite d'attirer l'attention. Quelle en est la signification et la valeur, à quelle cause générale doit-

on rattacher cette déviation du type habituel dans une direction identique et persistante?..... Il y a là un facteur inconnu dont la découverte serait d'une importance capitale au point de vue de l'anatomie philosophique. Le problème est ardu: le seul moyen d'arriver à sa solution, c'est d'en préciser les termes par l'étude patiente et la comparaison des faits.

Telle est la pensée qui nous amène à rappeler la disposition du muscle court péronier latéral dans la série des mammifères.

1° Chez les singes anthropoïdes, la présence du *tendon phalangien* est constante. (Gratiolet et Alix, *Recherches sur l'anat. du* Troglodytes Aubryi, p. 198). Alix (*Bulletin de la Soc. anthrop.*, tome IV, 2e série, p. 559).

Ce tendon phalangien paraît avoir pour effet de suppléer à l'absence d'un cinquième faisceau du pédieux (Alix, *loc. cit.*), office rempli dans certains singes inférieurs, comme chez quelques carnassiers, par un muscle extenseur propre du petit orteil, naissant du péroné. (Voyez les planches de Cuvier et Laurillard, et Vrölik, *Recherches d'Anat. comparée sur le Chimpanzé*, p. 38.)

2° Le tendon phalangien peut être le principal, et le tendon métatarsien l'accessoire. — Alix (*Sur l'appareil locomoteur de la Roussette d'Edwards* journal l'*Institut* 1re section 1867), décrit ainsi cette disposition chez la Roussette :

Extenseurs latéraux. — Le pédieux est énorme. Il est très-rejeté en dedans, en sorte qu'il rayonne à partir d'un point situé au côté interne du pied.

Les insertions se font à toute la largeur de la face dorsale de la première phalange. L'extenseur latéral du cinquième doigt est le *court péronier latéral* qui naît de la face dorsale du péroné ainsi que du ligament qui représente la partie supérieure de ces os.

Il se termine par un tendon qui va se fixer au côté externe de la base de la première phalange du cinquième doigt. Ce tendon passe sur la face dorsale de l'extrémité inférieure du péroné dans une gouttière et ensuite dans une seconde gouttière que lui offre le calcanéum. Ce muscle en recouvre un autre *qui en est comme la partie inférieure*, et dont le tendon, après avoir passé dans la même gouttière du péroné, contourne celui du premier muscle,

le recouvre et va se fixer en s'étalant sur la base du cinquième métatarsien après avoir envoyé une expansion à celle du quatrième.

3° Le tendon métatarsien peut manquer complétement : exemple, l'Ornithorhynque. C'est encore à M. Alix (*Soc. philomatique*, 10 août 1867) que nous empruntons la description de ce type.

Le pédieux, dit-il, n'existe pas chez les Ornithodelphes, mais il est remplacé par un extenseur latéral qui se fixe à presque toute la face externe de la grande apophyse du péroné.

Arrivé au métatarse, le tendon s'étale en une large aponévrose qui se divise pour fournir des tendons à tous les doigts, le pouce et le cinquième doigt compris. — Il n'envoie néanmoins au cinquième doigt qu'un filet très-grêle qui s'unit au tendon du *court péronier latéral*. Ce dernier muscle vient du tubercule postérieur de la grande apophyse du péroné. *Il ne donne rien au tarse, et se rend directement au cinquième doigt.* Tous ces tendons vont au côté externe de la base de la première phalange et se continuent jusqu'à la troisième avec ceux de l'extenseur direct.

4° En résumant ce qui précède, on trouve donc que les tendons métatarsien et phalangien du court péronier latéral peuvent présenter dans la série des mammifères les variations suivantes :

a. Coexistence avec prédominance du premier.

b. Coexistence avec prédominance du deuxième.

c. Absence du premier. Le deuxième seul existe.

d. Absence du deuxième. Il n'existe que le premier.

5° Si au lieu de considérer le muscle isolément on l'étudie dans ses connexions avec le pédieux, on remarque que dans tous les types énumérés ci-dessus, à l'exception du dernier qui est le type humain normal, le court péronier latéral entre, pour le compte du cinquième orteil, dans la constitution de l'appareil musculaire court extenseur. A ce point de vue il est intéressant de voir qu'il peut étendre ce rôle au quatrième doigt. C'est ce qu'on observe notamment chez l'Hippopotame. Les *extenseurs latéraux* (Gratiolet, *Recherches sur l'anat. de l'Hippopotame*, publiées par Alix, 1867, pages 292-293) sont fournis en partie par le *pédieux*, en partie par le *court péronier latéral*. Ce dernier muscle fournit des tendons au quatrième et au cinquième doigt, le pédieux fournit

des digitations au deuxième, au troisième et au quatrième. Des deux divisions que présente le tendon du court péronier, celle du doigt externe est beaucoup plus forte que l'autre.

Le pédieux large et épais se fixe sur le calcanéum et sur l'astragale, et se divise en trois faisceaux charnus. L'un se porte obliquement en dedans sur la face dorsale de la première phalange du doigt interne, c'est-à-dire du deuxième, le premier manquant; les deux autres vont coiffer la face dorsale de la première phalange de chacun des deux doigts intermédiaires.

Je reviens au fait capital de ce rapide exposé :

Quelque frappante que soit l'identité qui existe entre une anomalie fréquente de l'homme et l'état normal chez les anthropoïdes, quelque digne de remarque qu'elle m'ait paru, je m'abstiendrai de tirer aucune conclusion définitive.

Je n'ai eu d'autre but que d'attirer l'attention sur les faits de cet ordre trop négligés des anatomistes, qui ne voient généralement dans les anomalies musculaires qu'un caprice du hasard indigne de l'étude. Toutefois il ne faut pas en exagérer l'importance et en faire le point de départ d'inductions prématurées. Aussi ne voudrais-je pas qu'on se méprît sur la portée du nom *d'anomalie* que je me propose d'appliquer à celles *qui se rapprochent d'un type voisin, par réversion* (Darwin) ou *réversive*, ainsi que je l'ai observé déjà pour plusieurs muscles. Cette dénomination me paraît avoir le grand avantage de bien exprimer cette ressemblance. Voilà pourquoi je l'ai adoptée, tout en ne me dissimulant pas qu'elle va au delà de ma pensée, et qu'elle ne sera à l'abri de toute critique que si la théorie transformiste devient un jour autre chose qu'une brillante hypothèse.

LES

TRAVAUX RÉCENTS DE M. RITTER

SUR LES

RAPPORTS ENTRE LES MODIFICATIONS DU GLOBULE SANGUIN ET LES MODIFICATIONS DES EXCRÉTIONS

ANALYSE CRITIQUE

Par M. Fernand PAPILLON.

M. Ritter, agrégé et chef des travaux chimiques de l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, a soutenu dernièrement, devant la Faculté des sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès sciences, une thèse fort remarquable, et qui lui a valu, de la part des juges de la soutenance, des éloges comme on n'en accorde pas souvent en Sorbonne. La thèse de M. Ritter mérite tous ces témoignages flatteurs, car non-seulement elle élucide des questions compliquées et difficiles, mais encore elle ouvre aux investigations physiologiques une voie à peine tracée jusqu'ici. Il fallait, pour entreprendre ces recherches, l'habitude des manipulations chimiques les plus délicates, de sérieuses connaissances en physiologie et en médecine, et enfin, ce qui est plus rare, un esprit original et hardi. Le mémoire de M. Ritter (Paris, mars 1872, in-4°) prouve que ces qualités diverses lui appartiennent, et si, par endroits, son travail laisse paraître quelques imperfections, il faut plutôt les attribuer au milieu dans lequel il a été fait qu'à l'auteur.

M. Ritter s'est proposé de rechercher les modifications qu'éprouvent les excrétions, sous l'influence des divers agents qui augmentent, annihilent ou modifient la capacité d'absorption du globule sanguin pour l'oxygène, qui est l'agent fondamental des combustions respiratoires, et par suite de la production des principes immédiats de toutes sortes qui se rencontrent, soit dans les sécrétions, soit dans les excrétions. Il en résulte que la proportion et

la qualité de ces principes varient avec l'état du globule oxygéné. L'étude des principes propres aux sécrétions est très-difficile, puisqu'ils n'apparaissent pas au dehors et sont presque tous récrémentitiels. On ne peut examiner en corrélation avec l'altération du globule, que les principes renfermés dans les liquides *excrétés*, c'est-à-dire rejetés au dehors, comme la sueur et l'urine ou dans les gaz expirés par le poumon; M. Ritter ne pouvait étudier et n'a étudié que ceux-là. Pourquoi donc les confond-il avec les sécrétions ? Pourquoi donc sa thèse est-elle intitulée : *Des modifications que subissent les sécrétions sous l'influence de quelques agents qui modifient le globule sanguin* (1) ? Pourquoi enfin, dans toute cette thèse qui roule sur la docimasie des principes immédiats, le nom de ces derniers n'est-il pas prononcé une seule fois ? C'est que M. Ritter, disciple de ce qu'on appelle l'École de Strasbourg, n'a pas su réagir contre les tendances déplorables de cette école, laquelle professait autant de mépris pour les doctrines françaises qu'elle témoignait d'empressement à adopter les inventions tudesques. Malgré tous ses défauts, la science française est en possession d'une méthode précise et sûre, qui lui donne un caractère tout lumineux, et la science allemande, malgré toutes ses qualités, n'a pas le moindre sentiment de la hiérarchie et de l'ordonnance des vérités scientifiques. Or, l'École médicale de Strasbourg, au lieu de suivre fièrement la voie ouverte par les savants français, se traînait péniblement à la remorque de ceux qui ne devaient pas tarder à se l'approprier d'une autre façon. On y enseignait le dédain de Paris, c'est-à-dire des sévères doctrines biologiques et en particulier de celles qui ont établi la constitution philosophique de l'anatomie générale. On y professait un culte véritablement superstitieux pour un excellent homme, qui n'avait que le tort d'ignorer la science qu'il était chargé d'enseigner. A Dieu ne plaise que nous manquions de respect à la mémoire de M. Küss, mais quand nous songeons aux illusions de toute sorte que ce professeur a répandues et défendues pendant trente ans, nous ne pouvons nous empêcher d'admirer ceux qui,

(1) Paris et Clermont-Ferrand. Thèse pour le doctorat ès sciences, n° 333. Février 1872, in-4.

comme M. Ritter, comme M. Feltz et quelques autres, trop peu nombreux, ont trouvé le moyen d'entreprendre à Strasbourg des travaux sérieux et originaux. Dans tous les cas, il est de ces travaux qui se ressentent du milieu où ils ont été produits.

Les corps dont M. Ritter a recherché l'action sur le globule sanguin et corrélativement sur les humeurs excrétées, sont : l'*oxygène*, le *protoxyde d'azote*, l'*oxyde de carbone*, les *composés antimoniaux*, *arsenicaux*, le *phosphore* et les *sels de soude des acides biliaires*.

Avant d'exposer les résultats de l'auteur, il est nécessaire d'indiquer succinctement les procédés analytiques qui ont servi à ses principales déterminations, surtout pour l'urine.

M. Ritter détermine l'acidité de l'urine à l'aide de l'alcalimétrie (page 5), et elle est exprimée en supposant qu'elle est due à l'acide oxalique, « *convention généralement admise en France.* » Mais cette convention n'est guère admise qu'en Allemagne. Du reste (page 22), il ne se prononce pas d'une manière formelle sur la nature du composé qui amène cette acidité (1).

M. Ritter s'est servi pour le dosage de l'urée du procédé Liebig, légèrement modifié. A notre avis, le procédé volumétrique, employé par M. Gréhant, est bien plus précis et plus sûr, mais les travaux de M. Gréhant n'étaient pas connus à Strasbourg. Pour l'acide urique, la marche suivie par M. Ritter est simple. Il précipite 250 centimètres cubes d'urine filtrée par de l'acide chlorhydrique (6 centimètres cubes d'un acide ayant une densité de 1,11) et expose le tout à un mélange réfrigérant pendant quelques heures. Le précipité d'acide urique obtenu est recueilli sur un filtre et lavé avec 50 centimètres cubes d'eau distillée. On dessèche alors à + 105 degrés et l'on pèse le poids obtenu ; on ajoute 0gr,001 pour chaque 26 centimètres cubes d'urine et d'eau de lavage, ce qui corrige l'erreur due à la solubilité de l'acide urique dans les liquides acides. Ce coefficient, indiqué par Neu-

(1) Voir sur ce sujet les recherches importantes de M. Byasson, dans son travail intitulé : *Essai sur la relation qui existe à l'état physiologique entre l'activité cérébrale et la composition des urines* (Paris, 1869, in-4, et dans ce *Journal*, année 1869, p. 557), et d'autres qui paraîtront dans le prochain numéro.

bauer, est très-convenable, lorsque l'urine est peu riche en acide urique. Dans le cas contraire on le concentre de moitié.

M. Ritter, dans son analyse, donne le nom de matière extractive aux matières organiques autres que l'urée, la créatine et la créatinine, telles que l'acide hippurique, l'acide oxalique, l'acide lactique, la cystine, la xanthine. Il est très-difficile de doser ces matières séparément, et cependant il est utile de connaître les variations qu'elles peuvent éprouver. M. Ritter a pensé à les doser en bloc d'aprés le procédé suivant : Il est impossible de doser les matières organiques non azotées, mais on peut doser les autres. L'auteur détermine la quantité totale d'azote contenue dans l'urine, puis en retranchant l'azote afférent à l'urée, l'acide urique, la créatine et l'ammoniaque, toutes substances dosées en d'autres opérations, il obtient un résidu qui représente l'azote des matières extractives azotées. On a ainsi des chiffres ayant au moins une valeur relative.

Nous ferons remarquer à ce sujet combien c'est une grave illusion, de croire qu'on peut arriver, dans l'analyse des humeurs, à une précision rigoureuse. Dans l'état actuel de la science, cela est impossible. Il faut se contenter des résultats approximatifs et de nombres moyens. Et, en définitive, quand toutes les erreurs sont dans le même sens, le mal n'est pas grand, car les chiffres sont comparables, et ce qu'on veut connaître, ce sont des rapports et non des quantités absolues. D'autre part, au moyen d'expériences multiples, de contre-épreuves minutieuses, comme M. Ritter en donne le louable exemple, on corrige dans une large mesure l'imperfection des procédés et l'on établit des résultats utiles.

Mais entrons dans l'étude particulière des influences qui font l'objet spécial de la thèse.

Action de l'oxygène.—L'action de l'oxygène sur le sang et les tissus avait été étudiée déjà par plusieurs savants dont M. Ritter rappelle les travaux. Dès la découverte de l'oxygène on songea à l'employer comme remède contre les asphyxies, mais probablement à cause de l'impureté du gaz employé, on ne s'entendit point touchant ses véritables propriétés. MM. Demarquay et

Leconte constatèrent, après d'autres observateurs, que les animaux peuvent sans inconvénient respirer très-longtemps de l'oxygène pur. Ils virent que cette inhalation provoque quelquefois une augmentation du pouls, une respiration plus facile et une sensation de bien-être. Allen et Pepys crurent constater que la quantité d'acide carbonique excrété augmente sous l'influence d'un air plus oygéné, mais le fait fut nié par MM. Regnault et Reisset.

M. Ritter a étudié plus spécialement l'influence de l'oxygène sur l'excrétion urinaire. Il s'est soumis lui-même à un régime alimentaire déterminé, devant donner naissance journellement à une certaine quantité d'urine, et il a comparé, ce régime restant le même, l'urine des jours où il absorbait de l'oxygène pur, avec celle des jours où il n'en absorbait point. M. Ritter dit qu'il n'a pas tenu compte, dans la ration à laquelle il s'est soumis, des quantités variables de sel. C'est une négligence, car il est démontré aujourd'hui que le chlorure de sodium joue un rôle important dans les phénomènes de combustion. M. Rabuteau a observé que les chlorures activent notablement les combustions respiratoires et que la quantité d'urée s'élève dans une forte proportion. M. Rabuteau l'a vérifié pour les chlorures de sodium, de potassium et d'ammonium. Mais à Strasbourg on ne connaissait pas les travaux français. Quoi qu'il en soit, M. Ritter, les jours où il se mettait en expérience, inhalait 25 à 30 litres d'oxygène. Ce gaz, recueilli dans un gazomètre, passait par des épurateurs et était inspiré lentement comme lorsqu'on fume. Dans ces conditions, les urines de vingt-quatre heures furent analysées, et M. Ritter tire de l'étude de ces urines les conclusions suivantes : L'acidité augmente, la quantité d'azote et d'urée diminue, l'acide urique diminue; les sels ammoniacaux augmentent dans une proportion considérable. « La combustion des tissus ne paraît pas être augmentée quantitativement, mais la manière dont se font les combustions a changé; les produits sont d'oxydation plus avancée. » Cette dernière phrase est de M. Ritter. Nous confessons ne pas l'entendre bien clairement. Si les oxydations sont plus avancées, si la quantité d'oxygène comburant est plus grande, comment

peut-on dire que les combustions ne sont pas augmentées quantitativement? L'expression, sinon la pensée, manque assurément d'exactitude.

L'urine émise après les inhalations d'oxygène présente ce caractère singulier, d'éprouver très-vite la fermentation acide, et de rester acide pendant très-longtemps. M. Ritter assure qu'au bout de deux mois seulement elle devient alcaline. Il se demande si la thérapeutique ne pourrait pas tirer parti de ce fait, dans les affections où l'urine a une tendance prononcée à subir la fermentation ammoniacale, et si des inhalations d'oxygène ne modifieraient pas alors d'une façon heureuse cette propriété morbide.—M. Ritter dit aussi n'avoir pas ressenti le bien-être dont parlent certains physiologistes. Son pouls est redevenu moins fréquent, mais plus plein. Il a ressenti dans les jambes cette sensation d'engourdissement qui survient après une course un peu longue.

Action de la marche. — M. Ritter a fait des analyses comparatives d'urine émise après une période de repos et une période d'activité musculaire telle que la marche. Il a reconnu que lorsque l'organisme sort d'un repos complet, la marche produit des phénomènes d'oxydation différents de ceux que l'on observe après l'inhalation d'oxygène pur. La quantié d'azote éliminée par les urines est augmentée au lieu d'être diminuée, et le rapport de l'urée à l'acide urique augmente presque de moitié. La marche n'exerce pas une influence aussi manifeste sur un individu qui mène déjà une vie active; les produits d'oxydation ne sont augmentés que faiblement, et le rapport de l'urée à l'acide urique ne change pas. Lorsque ce même individu fait une marche forcée et se surmène, le rapport de l'urée à l'acide urique augmente. L'urine ne présente pas ici les propriétés singulières que l'on constate après l'inhalation de l'oxygène.

Action du protoxyde d'azote. — L'influence de ce gaz sur l'économie a été déjà l'objet d'un grand nombre d'observations généralement peu concordantes. M. Ritter a fait de ce corps une étude complète, au point de vue chimique comme au point de vue physiologique. Ce dernier est le seul qui nous intéresse. Nous croyons utile cependant d'indiquer le procédé qui seul, selo

M. Ritter, fournit le gaz à peu près pur. On chauffe l'azotate d'ammoniaque fondu dans une petite cornue de verre munie d'un thermomètre qu'on plonge dans le sel. Il convient d'employer une quantité de sel triple de celle qui est théoriquement nécessaire pour produire le volume de gaz que l'on veut avoir. La cornue est placée dans un bain d'huile chauffé au gaz. Le gaz traverse un petit tube de Will contenant du tournesol, puis des flacons laveurs de potasse, de sulfate ferreux et de pyrogallate de potasse. Il est recueilli sur de l'eau purgée d'air par une ébullition préalable. Pour avoir le gaz le plus pur possible, il faut porter brusquement la température du sel à + 230 degrés, puis entretenir cette température de manière à ne recueillir que 6 litres de gaz par heure. Dans ces conditions, on a du protoxyde d'azote ne contenant qu'une très-faible proportion d'azote. M. Ritter a reconnu qu'en procédant autrement et sans les précautions qui viennent d'être indiquées, on recueille un gaz très-impur contenant beaucoup d'oxygène, d'azote et de bioxyde d'azote. C'est probablement à ces impuretés qu'il faut attribuer les divergences des expérimentateurs qui se sont occupés du protoxyde d'azote.

D'après M. Ritter, le protoxyde d'azote est un gaz nettement toxique. Un lapin introduit dans un mélange de protoxyde d'azote, 49,7,—azote, 43,4,—oxygène, 6, 9, mourut au bout de huit minutes. Un pigeon, placé sous une cloche renfermant 80 pour 100 de protoxyde d'azote pur, meurt au bout d'un instant. Des grenouilles, introduites sous une éprouvette de gaz pur placée sur le mercure, ont succombé au bout de quarante-six minutes. Lorsqu'on agite du sang défibriné avec du protoxyde d'azote, il devient rutilant comme avec l'oxygène, mais le phénomène ne dure pas longtemps et le sang redevient bientôt rouge bleuâtre. M. Ritter explique le phénomène en admettant que le protoxyde est d'abord absorbé par les globules, puis qu'il est ensuite chassé par l'oxygène du sérum. En tout cas, le protoxyde d'azote ne déplace pas l'oxygène du globule sanguin et n'altère ni le volume, ni les propriétés de ce dernier.

Les expériences relatives à l'action du protoxyde d'azote ont été faites par M. Ritter sur des pigeons, des lapins et des gre-

nouilles. Elles l'ont conduit à établir des vérités très-remarquables qu'on peut résumer ainsi : le protoxyde d'azote, mêlé à son volume d'air, diminue toujours les oxydations et ne peut entretenir la vie. — L'inhalation d'un volume d'air contenant un dixième de protoxyde diminue notablement la quantité d'acide carbonique, mais sans enrayer la respiration. Si cette proportion est réduite à un vingtième, la quantité d'acide carbonique ne varie pas d'une manière sensible. Voilà des résultats bien nets, et auxquels les physiologistes doivent prêter la plus grande attention ; car rien n'est plus important, comme nous l'avons montré, que les actions-limites dans le déterminisme physiologique (1). Ainsi, à 50 pour 100 de protoxyde d'azote, la vie est impossible ; à 5 pour 100, elle n'est aucunement dérangée.

Après l'action sur la respiration, voyons l'action sur l'excrétion rénale (et non la sécrétion). M. Ritter a bu de l'eau saturée de protoxyde d'azote, qui est employée en thérapeutique, et il a constaté que l'urine émise après l'ingestion de cette eau avait éprouvé certaines modifications. Tous les principes immédiats de l'urine sont augmentés : il y a diurèse. Lorsque l'absorption du gaz est prolongée, le rapport de l'acide urique à l'urée s'élève considérablement.

Action de l'oxyde de carbone. — M. Claude Bernard a démontré le premier que du sang mêlé à de l'oxyde de carbone perdait ses gaz et notamment tout son oxygène au bout d'un temps très-court. L'oxyde de carbone, en déplaçant l'oxygène du globule, empêche l'hématose et tue le sang. Mais que devient l'urine dans cet empoisonnement par l'oxyde de carbone? c'est ce qu'a recherché M. Ritter. Il a vu que, sous l'influence de l'oxyde de carbone absorbé à des doses non toxiques, il y a diminution des principes que l'on peut regarder comme pouvant faire juger de l'intensité des oxydations. De plus, l'urine devient albumineuse. Elle contient non pas de l'albumine, mais de l'albuminose. M. Ritter aurait bien dû indiquer comment il distingue l'albumine de l'albu-

(1) *Recherches sur les modifications de la composition des os* (*Journ. d'anat. et de physiol.*, mars 1870), et *Mémoire sur le déterminisme* (*Moniteur scientifique*, novembre 1871 et janvier 1872).

minose et quel réactif il emploie pour mettre cette dernière en évidence. On sait que c'est là une question controversée et qui réclame encore un procédé net. Il y a comme cela, dans le travail que nous analysons, plusieurs points que l'auteur laisse dans une obscurité que nous regrettons.

Les agents que nous venons d'étudier avec M. Ritter ne détruisent pas le globule sanguin. Nous arrivons maintenant à des corps qui altèrent plus ou moins profondément cet élément anatomique, d'où résultent les phénomènes les plus curieux.

Action des composés d'antimoine.—M. Ritter s'est servi de l'émétique et du sulfure d'antimoine. Les expériences ont été instituées sur l'homme pour étudier les modifications de l'urine; sur des lapins et des chiens, en vue d'examiner les altérations du sang et de l'urine; sur des oies, afin de voir ce que deviennent le sang et les dépôts de graisse.

M. Ritter a pris lui-même, pendant un certain temps, 5 milligrammes d'émétique par jour, et il n'a pas obtenu, par l'analyse des urines, de résultats bien accentués. Il paraît cependant que les principes d'oxydation diminuent sous cette influence.—Des chiens, rationnés, ont reçu par jour, l'un 15 milligrammes d'émétique en trois fois, l'autre 20 milligrammes. Le premier n'a pas vomi, le second a vomi. Les résultats analytiques sont les mêmes que chez l'homme. L'urine ne renferme pas de principes morbides. Les expériences faites sur des oies sont plus instructives. Une coutume populaire, dans certaines contrées de l'Allemagne, consiste à ajouter à la pâtée de ces animaux qu'on veut engraisser, du verre d'antimoine. M. Ritter a voulu vérifier jusqu'à quel point cette coutume est rationnelle, et il a vu que, sous l'influence de 5 et 10 centigrammes par jour de sulfure antimonique, le sucre et la graisse totale d'une oie soumise au régime n'augmentent que faiblement. L'animal est à peine incommodé et il n'y a pas d'altération des globules. Avec des doses plus fortes, la quantité de graisse n'augmente pas davantage. Quant au sang, il renferme moins d'acide carbonique et d'oxygène.

Action de l'acide arsénieux. — Les expériences ont été faites sur l'homme, le chien, le chat et les oies. Un homme a pris gra-

duellement jusqu'à 20 milligrammes par jour d'acide arsénieux. Des oies partagées en quatre lots (B, C, D, E), en reçurent respectivement et par jour 5, 10, 15 et 20 milligrammes. Un premier lot A, soumis au régime ordinaire, servait de terme de comparaison. Les lots B et C se comportèrent d'une façon régulière, qui n'indiquait en rien que les animaux avaient absorbé un principe toxique. Une des oies du lot D fut prise de diarrhée et l'on discontinua l'expérience le huitième jour. Quant au lot E, deux animaux furent emportés par une forte diarrhée, l'un le quatrième, l'autre le septième jour ; le troisième résista jusqu'au bout. Voici un tableau indiquant la variation des quantités de graisse en rapport avec les différentes doses ; l'expérience a duré trois semaines.

LOTS.	Dose d'arsenic.	Augmentation de poids.	Graisse totale.	Cholestérine.
A..................	0 milligr.	112 gr.	105 gr.	0,72 gr.
B..................	5 —	130	121	1,22
C..................	10 —	135	128	0,99
D..................	15 —	86	91	1,12
E..................	20 —	28	71	1,01

On voit que les doses faibles provoquent une formation plus abondante de graisse, tandis que les doses fortes déterminent l'émaciation. M. Ritter croit que la coutume d'ajouter aux aliments des oies que l'on veut engraisser du verre d'antimoine, revient à mettre ces animaux sous l'influence de l'arsenic, car le verre d'antimoine du commerce est toujours arsenical. — Relativement au sang, l'ingénieux chimiste a observé que le globule est altéré dès que les doses deviennent un peu fortes. On y trouve quelquefois des cristaux d'hémoglobine. En ce cas, les urines sont ictériques et albumineuses. En même temps que la cholestérine, le glucose augmente aussi dans le plasma.

M. Ritter ajoute, à propos de l'arsenic, que, dans ses expériences sur l'homme, il n'a jamais vu se produire ce coloris ni cet embonpoint que l'on attribue aux arsenicophages. Il déclare se défier beaucoup de ce qu'on a écrit sur l'arsenicophagie. Nous

croyons que c'est aller un peu loin, et que ses expériences ne sont peut-être pas assez nombreuses ni assez longues pour l'autoriser à révoquer en doute des faits consacrés par une observation de bon aloi.

Action du phosphore. — Des chiens reçurent journellement 2 milligrammes de phosphore. Au bout de dix à douze jours, ils deviennent malades, ictériques, et on les tue. Les urines renferment de la bile et de l'albumine, et sont moins acides et moins riches en urée. Le sang contient une plus forte portion de corps gras et de cholestérine. Les globules, à peine déformés, sont cependant devenus visqueux. — M. Ritter a donné à d'autres chiens 10 milligrammes de phosphore par jour. Les animaux, incommodés le second jour et malades le troisième, sont sacrifiés au bout d'une semaine, au moment où ils sont devenus ictériques et refusent de manger. Le sang de ces animaux est violet et cristallise sous l'objectif du microscope, quoique les cristaux y soient rares. Les globules déformés ont l'aspect framboisé. Tous les organes présentent la dégénérescence graisseuse. Les urines renferment de l'albumine, de l'hémoglobine, des pigments biliaires et sont alcalines. — Les oies sont très-sensibles à l'action du phosphore et n'en peuvent supporter que de fort petites doses. Une oie ayant reçu 10 milligrammes de ce corps meurt au bout de douze heures. A la dose journalière de 5 milligrammes, un animal de même espèce tombe malade le troisième jour. On le tue quatre-vingt-seize heures après la première ingestion du toxique. La teinte du cadavre est ictérique, le foie est pigmenté. La quantité de graisse a sensiblement augmenté. En résumé, les dépôts de graisse dans le foie, les épiploons, les membres, etc., sont notablement favorisés par des doses faibles de phosphore ; à dose plus forte ou à doses faibles trop longtemps continuées, il n'y a plus d'action.

Action des acides biliaires. — M. Ritter a fait aussi des expériences relatives à l'action des acides biliaires. Dans certains cas, il a lié le canal cholédoque. Dans d'autres, il a injecté directement les sels des acides biliaires dans les veines. Dans tous les cas, le sang a été altéré plus ou moins profondément et a fait voir des

cristaux d'hémoglobine et des globules déchiquetés. Le sang devient plus riche en graisse et en cholestérine. La température baisse. Enfin, les analyses de l'urine conduisent aux mêmes résultats que les expériences avec le phosphore, c'est-à-dire qu'elles contiennent des principes biliaires, de l'albumine, et quelquefois du sang. Les matières colorantes de la bile, au contraire, ne présentent pas de propriétés toxiques. M. Ritter avait, dans ces expériences, une occasion de vérifier celles d'un savant physiologiste américain, M. Flint, sur le rôle de la cholestérine et sur la cholestérémie. M. Ritter, qui cite beaucoup d'auteurs allemands et strasbourgeois, ne semble pas connaître très-bien les autres. Les recherches de M. Flint (Voy. dans ce *journal*, année 1864, p. 565) méritaient cependant d'appeler son attention.

Nous empruntons à M. Ritter le résumé qu'il fait lui-même de l'action des corps qui altèrent profondément le globule sanguin :

1° En soumettant l'homme ou des animaux à l'influence de l'*émétique* ou du *sulfure d'antimoine*, de l'*acide arsénieux* ou du *phosphore*, nous avons constaté que les doses fortes ou toxiques avaient pour suite une altération profonde du sang ; les doses faibles ont une action moins énergique.

2° Le globule sanguin est déformé ; en même temps on voit apparaître des cristaux d'hémoglobine.

3° Le sang est anémique, l'albumine et les globules diminuent, la fibrine augmente, la proportion des gaz diminue.

4° La glycose augmente d'ordinaire ; dans certains cas, il diminue.

5° Les corps gras augmentent toujours.

6° Il en est de même de la cholestérine : les variations de cette dernière sont même plus fortes que celles des corps gras.

7° Les variations de ces derniers sont en corrélation avec la dose du toxique et l'altération du globule. Ce fait est très-intéressant, puisqu'il vient à l'appui de la théorie qui voit dans les corps gras et la cholestérine des produits de désoxydation. (Ceci est obscur et nous paraît peu exact.)

8° La composition des urines varie d'une manière identique avec les quatre corps cités.

9° La quantité totale d'azote et d'urée diminue.

10° L'acidité de l'urine diminue et peut faire place à de l'alcalinité.

11° L'acide urique augmente toujours.

12° Lorsque le globule sanguin est fortement modifié et surtout lorsque les cristaux d'hémoglobine apparaissent, l'urine renferme des principes anormaux, qui sont le plus souvent les matières colorantes de la bile, l'albumine, et quelquefois de l'hémoglobine.

13° Ces composés accroissent les formations et les dépôts de graisse, mais seulement lorsqu'ils sont administrés à certaines doses.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — M. Ritter range parmi ses conclusions celle que voici : « Ces corps que nous avons étudiés, se rangent, par ordre d'énergie croissante, de la manière suivante : antimoine, arsenic et phosphore. Ce fait suggère la remarque suivante : dans ce groupe de métalloïdes, les propriétés toxiques décroissent avec le poids atomique, tandis que c'est l'inverse pour le groupe du potassium. » Ce résultat est important, mais il se rattache à une série de résultats analogues, dus à un savant des plus distingués, M. Rabuteau, et que M. Ritter ne paraît pas connaître, dont en tout cas il ne dit rien. Il y avait cependant là d'intéressants rapprochements à faire. Une telle omission commise par M. Ritter nous montre que les travaux de M. Rabuteau ne sont pas encore suffisamment connus et nous engage à en présenter ici la substance. M. Rabuteau a établi, par de nombreuses expériences, que les *sels métalliques sont d'autant plus actifs, au point de vue physiologique, que le poids atomique de leur métal est plus élevé.* La loi peut encore s'énoncer d'une autre façon. Dulong et Petit ayant prouvé que les chaleurs spécifiques des corps simples sont en raison inverse de leurs poids atomiques, il est permis de dire que *les sels métalliques sont d'autant plus actifs que la chaleur spécifique de leur métal est plus faible.* Telle est la loi atomo-physiologique de M. Rabuteau, et qui s'applique à l'ensemble des métaux. Mais ce savant a examiné aussi les métalloïdes à un point de vue analogue. Pour la famille monoatomique du chlore, ainsi que l'avait démontré M. Bouchardat,

M. Rabuteau a vérifié que l'énergie physiologique est en raison inverse du poids atomique du métalloïde. Les fluorures d'un même métal sont beaucoup plus vénéneux que ses iodures, et la toxicité des chlorures et bromures est intermédiaire. Pour les métalloïdes biatomiques, la loi est rigoureusement inverse, c'est-à-dire qu'elle redevient semblable à celle des métaux. L'activité physiologique de leurs composés hydrogénés (eau, hydrogène sulfuré, sélénié, acide tellurhydrique), augmente dans le même sens que les poids atomiques 16, 32, 79 et 120 de l'oxygène, du soufre, du sélénium et du tellure. Il en est de même pour les autres composés de ces quatre métalloïdes. M. Ritter montre que pour la famille de l'antimoine, de l'arsenic et du phosphore, l'énergie toxique décroît à mesure que le poids atomique s'élève, à l'inverse de ce qui a lieu pour les métaux et les métalloïdes biatomiques. Il ne reste donc plus qu'à étudier la famille du carbone pour avoir la loi atomo-physiologique de tous les corps simples.

En résumé, et malgré les objections que nous avons cru devoir faire à M. Ritter et qui sont une marque de l'attention avec laquelle nous avons lu son mémoire, il nous paraît que ce travail est un des plus importants qui aient été publiés dans ces dernières années. Il est digne en tout point des précédentes recherches de M. Ritter sur les acides et les calculs biliaires, sur la spectroscopie du sang, etc., etc. Il accroît l'autorité que l'auteur avait acquise par l'industrie et l'habileté de ses expérimentations, et qui l'avaient mis au rang de nos premiers chimistes physiologistes. Je parle de ces derniers au pluriel, mais il ne faudrait pas croire pour cela qu'on les compte par douzaines. La chimie physiologique est négligée en France. D'une part, c'est une étude aussi délicate que difficile, aussi longue que pénible. D'autre part, elle ne semble pas susceptible d'applications immédiates. On y voit un ensemble de connaissances plus curieuses qu'utiles, où la vérité est si bien cachée qu'il faut de grands efforts pour en découvrir une petite partie. Ces raisons, qui, au lieu d'arrêter la recherche, devraient la stimuler, n'ont pas été un obstacle pour M. Ritter, qui s'est créé par sa thèse des titres sérieux à une chaire de chimie dans une des nouvelles Facultés de médecine.

NOTE

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DES CESTOIDES INERMES

CHEZ LES GRANDS HERBIVORES DOMESTIQUES

Par J. P. MÉGNIN
Vétérinaire militaire.

---

§ 1. — Remarques préliminaires.

Grâce aux études et aux expériences de MM. Van Beneden, Kückenmeister, De Siebold, Leuckart, Haubner et Baillet, la science possède des renseignements certains sur les différentes phases du développement des *Tænias armés* et sur leurs migrations dans les divers animaux chez lesquels ils vivent successivement en pasites. Il n'en est pas de même pour les *Tænias inermes,* car, à l'exception du *Tænia mediocanellata* (Küch) dont le *scolex* vit à l'état de cysticerque sur le veau (Leuckart), on ne les connaît encore qu'à l'état de *strobile,* et l'on ignore tout à fait quels sont les cysticerques ou autres vers vésiculaires qui les produisent, et dans quels animaux vivent leurs *scolex,* si tant est qu'ils vivent sur des animaux différents. Tout ce qui a été publié sur ce sujet consiste dans le dire suivant, qu'on lit dans la *Zoologie médicale* de MM. Gervais et Van Beneden (Paris, 1859, t. II) : « Il n'y a pas longtemps, un homme fort distingué, en parlant de ces vers, nous disait que les jeunes *Tænia plicata* qui proviennent des intestins du cheval peuvent devenir des *cysticerques fistularis* dans l'abdomen du même animal. » D'autre part, nous lisons dans le remarquable article de M. Baillet sur les *Helminthes* (*Nouveau Dictionnaire vétérinaire* de MM. Bouley et Reynal, page 649) :

« S'il est indispensable que les tænias aient vécu d'abord à l'état de *scolex* dans un organisme autre que celui chez lequel on le trouve ordinairement, et s'il faut, de plus, que l'herbivore ait été la proie d'un carnassier pour que le *scolex* ait été transporté dans l'intestin où il doit se transformer en strobile, comment se

fait-il que l'on rencontre fréquemment des tænias dans l'intestin des herbivores, comme le cheval, le bœuf, le mouton, qui n'ont pourtant pas l'habitude de se nourrir de proies vivantes ou mortes? Jusqu'à présent, les observations directes manquent absolument pour résoudre la question d'une manière certaine. Quelques auteurs pensent, sans que cela soit encore démontré, que les tænias inermes, comme ceux des herbivores, pénètrent dans l'organisme avec les boissons. On peut cependant croire que quelques-uns au moins de ces parasites sont destinés à subir des métamorphoses et à accomplir des migrations tout aussi bien que ceux des carnassiers, car, dans l'œuf, leurs embryons (ceux du *Tænia perfoliata*, Gœze, par exemple) sont pourvus de crochets qui, ainsi que nous l'avons vu, doivent être pour eux des organes de locomotion. Il resterait à déterminer chez quelles espèces animales les *proscolex* doivent pénétrer, et comment les *scolex* qui en résultent passent dans l'intestin d'un herbivore. Jusqu'à présent, cela n'a pas été fait; mais, sans rien dire de positif à cet égard, nous pouvons ajouter qu'il ne serait pas impossible que les *proscolex* eussent le pouvoir de vivre d'abord chez certains insectes ou d'autres animaux inférieurs, et que ceux-ci fussent pris accidentellement par les herbivores avec leurs aliments naturels, car, ainsi que le fait observer M. Colin, dans son *Traité de physiologie :* « Nos bestiaux prennent sans répugnance des sau» terelles qui dévastent les prairies vers la fin de l'été », et l'on peut ajouter qu'il en est de même pour d'autres insectes encore. »

Comme on le voit, tout se borne, sur cette question, à des hypothèses qui ne sont étayées sur rien. Un fait qui vient de se passer sous nos yeux va, croyons-nous, sinon résoudre complétement cette question, du moins l'éclairer d'un nouveau jour ; c'est pourquoi nous nous empressons de le publier.

§ 2. — Observation helminthologique.

Le 19 avril dernier, un jeune cheval de quatre ans, d'origine vendéenne, arrivé depuis trois mois à peine dans mon régiment, mourait dans mon infirmerie après deux heures de souffrances

atroces causées par une péritonite des plus aiguës. L'autopsie, faite immédiatement, nous montrait les lésions suivantes : rougeur vive et injection de la séreuse péritonéale surtout dans ses parties péri-viscérales ; épanchement séreux, trouble, jaune brunâtre, d'une dizaine de litres environ, tenant en suspension des flocons pseudo-membraneux, opalins, verdâtres, et *une assez grande quantité de parcelles alimentaires*. Cette particularité nous indiquait une communication du tube digestif avec le sac péritonéal ; en effet, après avoir exploré avec soin l'estomac qui était surchargé et distendu, *mais intact* (il y avait eu cependant rejet de matières alimentaires par le nez dix minutes avant la mort, ce qui est souvent une preuve de rupture de l'estomac chez le cheval), puis l'intestin grêle dans toute sa longueur, nous arrivons à l'extrémité de cette portion du viscère que nous trouvons être le siége des lésions suivantes : d'abord, une déchirure longitudinale à lèvres frangées, violacées, maculées de sang coagulé, d'une étendue de 0^{m},075, qui s'étend jusqu'à 2 centimètres de la terminaison iléo-cæcale ; au pourtour de cette ouverture adhèrent des fausses membranes mélangées de matière chymeuse, ce qui prouve que c'est par cette ouverture que se sont échappées les matières alimentaires trouvées flottant dans le liquide épanché. A côté de cette ouverture, et tout à fait à l'insertion du mésentère, se trouvent deux tumeurs placées côte à côte, de volume à peu près égal, molles, dépressibles, donnant la sensation d'un sac vide et mesurant en diamètre environ 2 centimètres. La portion de l'*iléon*, qui est le siége de ces lésions, frappe par sa rigidité et sa consistance, qui rappelle celle de l'œsophage au voisinage du cardia ; en fendant l'intestin on a la raison de cette consistance : en effet, la membrane charnue circulaire a acquis une épaisseur d'un centimètre et plus ; la valvule iléo-cæcale est aussi très-hypertrophiée, et la lumière de l'intestin presque bouchée à son entrée dans le *cæcum*. Mais ce qui frappe le plus, après avoir ouvert cette portion d'intestin, c'est la présence d'une foule de petits vers plats de diverses grandeurs, tous attachés à la muqueuse ; nous en comptons 53 sur une longueur de 3 décimètres à partir de la valvule iléo-cæcale. A 45 millimètres en

avant de cette valvule se voit l'ouverture correspondante à la déchirure extérieure; elle est remarquablement moins étendue que celle-ci; elle ne mesure que 2 centimètres, mais elle se dilate beaucoup lorsqu'on y passe les doigts; la muqueuse qui la borde est fortement refoulée au départ et fournit de longs bords frangés qui passent par les lèvres de l'ouverture. A côté de ce pertuis principal on en remarque deux autres en infundibulum, plissés, dans lesquels le doigt ne pénètre qu'avec effort, et qui conduisent dans l'intérieur des deux tumeurs saillantes au dehors décrites plus haut; en les retournant comme des doigts de gant, on voit qu'elles sont tapissées par une muqueuse rouge, continue avec celle de l'intestin, et l'on trouve, dans l'intérieur de chacune, encore une dizaine de vers plats, plus petits, mais en tout semblables à ceux qui sont fixés sur la muqueuse iléale.

Si l'on cherche à se rendre compte de la déchirure de l'intestin qui a été suivie de péritonite et par suite de mort, on reconnaît qu'à la place où la déchirure s'est effectuée existait un sac kystique semblable à ceux qui sont encore intacts; ce qui le prouve, ce sont les lambeaux de muqueuse qui existent encore entre les lèvres de la plaie et qui représentent les restes du kyste; cette poche, après la sortie de tous les vers qu'elle contenait, a fait office de jabot, s'est remplie de matières alimentaires, qui s'y accumulaient avec d'autant plus de facilité, qu'en arrière la circulation intestinale était gênée par l'épaississement pathologique des parois de l'intestin; l'accumulation a été telle qu'une déchirure s'en est suivie, puis la péritonite et enfin la mort.

Ajoutons pour mémoire que le sujet qui a fourni cette curieuse autopsie était en proie à une véritable diathèse ou infection vermineuse. En explorant tous les replis des différentes portions du tube intestinal, pour nous assurer si les petits vers plats n'existaient pas ailleurs que dans l'iléon, nous avons trouvé successivement : 1° dans l'estomac plus de 200 larves d'œstres; 2° dans l'intestin grêle 153 *Ascarides mégalocéphales*, Cl.; 3° dans le cæcum 4 à 500 oxyures (*Oxyuris curvula*, Rud.; 4° enfin, dans la première portion du gros intestin plusieurs milliers de sclérostomes (*Sclerostoma armatum*, Duj.) attachés à la muqueuse en

quantité si innombrable et si serrées, que cette membrane ressemblait à une immense peau de hérisson trempée dans le sang. — Nous avons rempli un bocal d'un litre de ces différents parasites, et nous aurions pu en remplir plusieurs. — Et pourtant, jusqu'au moment où les premiers symptômes de la péritonite se sont déclarés, rien dans l'état de santé du sujet ne décelait un pareil état pathologique; ce cheval jouissait d'un embonpoint satisfaisant et de toutes les apparences de la santé.

§ 3. — Remarques zoologiques.

Quel est maintenant ce petit ver plat trouvé attaché à la muqueuse de l'iléon, venu évidemment de l'intérieur des kystes et auteur de la communication établie entre ces poches et l'intérieur de l'intestin ? C'est évidemment un helminthe de l'ordre des Cestoïdes, comme le prouve sa forme rubannée, sa tête tétragone à quatre ventouses; l'absence de trompe et de crochets le place dans la 3e section, celle des *Tænias inermes*. (Gervais et Van Beneden).

Si nous cherchons maintenant à déterminer l'espèce à laquelle il appartient, nous ne trouvons ni dans Dujardin, ni dans Gervais et Van Beneden, ni dans Davaine, aucune description d'espèce s'appliquant parfaitement à notre petit tænia; il est évidemment voisin du *Tænia perfoliata* (Goeze), du *Tænia plicata*, (Kud.), du *Tænia mamilianæ* (Mehlis); mais c'est d'une espèce innommée, décrite par M. Baillet (1) et trouvée par lui dans le gros intestin d'un mulet, qu'il se rapproche le plus; en voici la description :

« Tænia..... *Tænia*.....? Ver long de 6 à 7 centimètres. Tête tétragone assez épaisse, large de 2 millimètres et demi à 3 millimètres, portant en arrière quatre appendices (deux de chaque côté) qui la débordent et s'appuient sur les premiers anneaux. Quatre ventouses circulaires assez saillantes, fortement creusées au centre. Point de trompe ni de crochets. Corps ayant de 4 à 5 millimètres de largeur en arrière de la tête et s'élargissant ensuite très-rapidement, jusqu'à avoir bientôt une largeur de 14 à

(1) *Loc. cit.*, p. 678.

15 millimètres qu'il conserve dans tout le reste de son étendue; très-finement denticulé en scie sur ses bords et formé par des anneaux qui semblent appliqués les uns contre les autres comme les feuillets d'un livre et n'adhèrent entre eux que suivant une ligne médiane transversale au grand axe du ver. Chacun des anneaux postérieurs mis à plat est elliptique, ayant 14 millimètres dans le sens qui correspond à la largeur du strobile, et 4 à 5 millimètres dans l'autre sens. Sa partie médiane est occupée par une matrice simple, allongée dans le sens du grand axe de l'anneau et se terminant vers chacun des bords par un angle très-aigu. Chaque anneau ne présente qu'un seul testicule formé par une ampoule dont le cul-de-sac est tourné vers le centre de l'anneau, et dont l'autre extrémité s'amincit en un tube grêle qui se recourbe vers son origine, puis revient vers le bord de l'anneau et se verse dans un tube d'un plus fort diamètre, assez long, s'amincissant lui-même à son extrémité libre en un pénis. Œufs irrégulièrement cuboïdes, anguleux, ayant un diamètre de $0^{mm},063$ à $0^{mm},072$.»

Comparons maintenant le tænia de M. Baillet avec le nôtre. La taille de celui-ci, loin d'être uniforme, est de 5 millimètres à 2 centimètres; la tête, quelle que soit la taille des individus, varie peu de dimensions: elle a à peu près 2 millimètres de large sur un peu moins d'épaisseur; elle est tétragone et ses ventouses saillantes sont largement percées; elle est prolongée de chaque côté par une paire de lobes arrondis qui s'appuient sur les premiers anneaux. Ces anneaux, au nombre de 60 à 80, sont très-minces et juxtaposés comme les feuillets d'un livre par leur plat; leur longueur varie suivant la largeur de la région du corps où on les examine; leur largeur est d'environ 1 millimètre; ils n'adhèrent que par le milieu de leur face plane. Ces feuillets ou anneaux ne présentent ni organes génitaux, ni ovaires; écrasés jusqu'à transparence parfaite, ils ne montrent qu'un tissu amorphe, homogène, comme sarcodique, en sorte que nous sommes amené à conclure que notre tænia, quoiqu'ayant déjà la forme de *strobile* n'est pas encore adulte et vient à peine de quitter l'état de *scolex*.

Comme il ne diffère guère de celui de M. Baillet que par sa taille plus petite et par l'absence d'organes sexuels, que la tête et la forme et la disposition des anneaux sont les mêmes, nous sommes amenés à penser qu'ils ne forment qu'une seule espèce, et qu'ils ne diffèrent que par l'âge : notre tænia est au début de l'état strobilaire, celui de M. Baillet est à l'âge de l'émission des *proglottis*.

Mais ce que notre observation a surtout d'intéressant, c'est qu'elle montre ce qui n'avait encore été vu par personne, à savoir, le lieu où se développent les *scolex* du *tænia inerme* innommé. C'est dans des kystes péri-intestinaux, kystes qui résultent peut-être, nous pouvons même dire probablement, de la transformation d'une hydatide polycéphale encore inconnue (nous ne disons pas cysticerque, puisque ces *scolex* sont toujours monocéphales), et dont la communication avec l'intestin est certainement le résultat du passage répété par la même voie d'un grand nombre de ces petits vers s'introduisant dans le tube digestif au fur et à mesure de leur développement et de leur séparation d'avec leur nourrice mère. Nous avons une preuve, du reste, que ces kystes ne communiquent pas toujours avec la cavité de l'intestin : l'autopsie nous a, en effet, montré une tumeur qui n'est qu'un kyste avorté, non ouvert et dont la cavité, en tout semblable à celle des autres kystes (moins la fistule), contient une matière pultacée, blanche, molle, résultant évidemment de la décomposition des vers qu'elle contenait, morts par suite d'une cause inconnue ; la même matière existait, mais en moins grande quantité, dans les kystes à vers vivants mélangés à des débris organiques végétaux provenant du chyme ; elle contenait, aussi bien dans le kyste fermé que dans les kystes ouverts, des cellules de différentes grandeurs ayant l'apparence d'ovules ; nous les signalons sans nous prononcer sur leur nature, ni sur l'importance de leur présence.

Il nous semble maintenant que rien ne s'oppose à ce qu'on puisse émettre une opinion très-vraisemblable sur le développement de cette espèce de *tænia inerme*. Les œufs laissés par les proglottis du tænia vivant dans l'intestin même du cheval, ou mieux déglutis avec les herbes sur lesquelles ils auraient été déposés

donnent naissance à un *pro-scolex*, probablement armé comme celui du *Tænia perfoliata* (Goeze), qui s'attache à la muqueuse de l'intestin grêle, la traverse ainsi que les couches musculeuses, peut-être par la voie des chylifères, et s'arrête immédiatement après sous le péritoine, ou même reste dans l'épaisseur de la couche musculeuse comme dans le kyste : le *proscolex* devient *scolex* sous la forme d'une hydatide polycéphale : puis chaque *scolex* arrivé à maturité se détache, prend la forme strobilaire, repasse par le chemin tracé par le proscolex et va s'attacher à la muqueuse intestinale, où s'opèrent les dernières phases de son développement. Le passage répété des petits tænias par le même chemin explique la persistance de la fistule dont le proscolex est le premier auteur, et c'est peut-être la disparition de cette fistule qui a causé la mort des vers de l'un des kystes. Quoi qu'il en soit, le jeune tænia déjà à l'état de strobile, malgré qu'il soit encore agame comme nous l'avons vu, ne tarde pas à devenir sexué et à prendre la taille et la forme décrites par M. Baillet; puis il émet des proglottis remplis d'œufs qui sont rejetés au dehors avec les excréments et mis en contact avec les herbes des pâturages.

Là, ils peuvent être absorbés par des herbivores de la même espèce que celui dont ils proviennent, de sorte que, sans l'intervention d'insectes, d'animaux inférieurs, ou même de carnassiers, on se rend compte du mode de développement et de propagation des *tænias inermes* chez nos grands animaux domestiques.

Notre observation montre que l'assertion de l'interlocuteur de MM. Gervais et Van Beneden est en partie vraie, c'est-à-dire que le cheval nourrit à la fois le *scolex* et le *strobile* des tænias inermes ; mais elle est en opposition avec l'hypothèse que ce scolex soit un cysticerque, qui est nécessairement monocéphale; le scolex de notre tænia inerme est évidemment polycéphale, puisque le même kyste renfermait un grand nombre de vers.

NOTE

SUR

LE SULFHYDRATE DE CHLORAL

(CHLORAL SULFURÉ)

ET SUR SON ACTION PHYSIOLOGIQUE

Par M. Henri BYASSON.

En soumettant le chloral anhydre à un courant d'hydrogène sulfuré sec, à la température ordinaire, ce gaz est absorbé, et, si le courant est suffisamment rapide, il y a production très-sensible de chaleur. Bientôt le chloral anhydre liquide devient presque solide et, pour terminer la réaction, il est nécessaire de soulever le tube adducteur de façon qu'il affleure à la surface. Au bout de vingt-quatre heures environ la réaction est terminée. Le corps formé est complétement solide, blanc, présentant à sa surface quelques portions colorées en jaune rougeâtre. En purifiant ce corps par distillation d'abord, puis par cristallisation dans l'éther ou l'alcool anhydre, on obtient le sulfate de chloral pur présentant les caractères suivants : Il est blanc, d'une odeur très-désagréable, d'une saveur spéciale qui rappelle celle du chloral hydraté. Il cristallise, par évaporation lente, de sa dissolution dans l'éther, l'alcool anhydre, le chloroforme, soit en lamelles rhomboïdales, soit en prismes droits à quatre pans. Il fond vers 770° et bout à la température de 133 degrés sous la pression de 0,7385. Il s'évapore à la manière du camphre et ses vapeurs noircissent à une grande distance les papiers humides imprégnés d'un sel soluble de plomb. Il est soluble en toute proportion dans l'alcool anhydre, l'éther, le chloroforme. En présence de l'eau il se décompose lentement, avec dépôts de soufre, formation d'hydrogène sulfuré qui se dégage, d'acide chlorhydrique et de chloral hydraté qu'on

retrouve dans l'eau, et d'une petite quantité d'un liquide qui se dépose et qui nous a présenté les caractères du tétrachlorure de carbone. Il est certain qu'en présence de l'eau la réaction est très-complexe, parce que l'hydrogène sulfuré exerce son action réductrice sur le groupement $C^4HCl^3O^2$, comme le prouvent le dépôt de soufre, la formation de l'acide chlorhydrique et du chlorure de carbone.

Sous l'influence des alcalis hydratés ou de l'ammoniaque en dissolution dans l'eau, la réaction à froid est rapide, le liquide se colore en brun jaunâtre, du chloroforme se dépose. La solution renferme du sulfhydrate de sulfure du métal alcalin, du formiate et du chlorure de la même base. Cette réaction, analogue à celle que présente le chloral hydraté et dans laquelle la formation du chlorure est secondaire, peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^4HCl^3O^2, 2HS + 2(KO,HO) = C^2HCl^3 + C^2HKO^4 + KS, HS + 2HO$$

Soumis à l'action de l'acide nitrique concentré, le sulfhydrate de chloral s'oxyde rapidement, le dégagement des vapeurs nitreuses est intense, et la réaction doit être pratiquée sur de petites quantités à la fois. On retrouve dans le liquide de l'acide sulfurique et de l'acide trichloracétique, dont on peut d'ailleurs manifester l'existence par la production du chloroforme au moyen de la potasse et que nous avons isolé par distillation. Cette réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^4HCl^3O^2, 2HS + 4(AzO^5, HO) = C^4HCl^3O^4 + 2(SO^4H) + 3AzO^2 + AzO^4 + 4HO.$$

L'acide sulfurique concentré n'a pas, à froid, d'action marquée : à chaud, il y a production de chloral anhydre, dégagement d'hydrogène sulfuré et d'acide sulfureux avec dépôts de soufre.

En oxydant avec précaution ces corps sous l'influence de l'acide nitrique, avec addition à la fin de la réaction du chlorate de potasse et en dosant l'acide sulfurique produit à l'état de sulfate de baryte, nous avons trouvé pour 0gr,50 et comme moyenne de trois essais comparatifs 0gr,635 de sulfate de baryte, nombre suffi-

samment rapproché de 0gr,642 qu'il faudrait trouver en admettant la formule $C^4HCl^3O^2,2HS$. Nous fondant, d'une part, sur les réactions précédentes, d'autre part, sur le dosage du soufre, nous représentons la formule de ce corps par $C^4HCl^3O^2,2HS$. On voit que la formule du sulfhydrate n'est autre que celle de l'hydrate, en remplaçant l'eau par l'hydrogène sulfuré.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU SULFHYDRATE DE CHLORAL.

Ce corps étant décomposé par l'eau, l'alcool non anhydre, son administration présente des difficultés. Les animaux (cochons d'Inde) ayant reçu en injection sous-cutanée et en dissolution dans l'éther des doses variant de 0gr,20 à 0gr,60 de ce corps, ont présenté les phénomènes suivants (nous avions le soin d'agir chaque fois comparativement sur deux animaux semblables, dont l'un recevait une injection d'éther) :

Diminution de la température d'environ 1° (39°,2 à 38°,3), — résolution musculaire avec sommeil paisible durant environ deux heures ; pas d'altération notable de la sensibilité, légère accélération des battements du cœur. Après le sommeil l'animal revient rapidement à l'état normal.

NOTE

SUR

L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE L'ÉTHER FORMIQUE

Par M. le Dr Henri BYASSON
Pharmacien en chef des hôpitaux.

(Présentée à l'Académie des sciences dans sa séance du 29 avril 1872).

Dans notre travail sur l'hydrate de chloral, après avoir confirmé par de nouvelles expériences le dédoublement de ce corps, dans l'organisme animal, en chloroforme et formiate alcalin, nous avons montré par des expériences comparatives exécutées avec ce composé, le chloroforme et le bichloracétate de soude, que l'hydrate de chloral avait une action propre, différente de celle du chloroforme et pouvant être envisagée comme la résultante de l'action du chloroforme et de l'acide formique produits. Nous avons cherché à confirmer cette interprétation de nos expériences. Les formiates alcalins n'ayant pas d'action bien caractérisée sur l'organisme, nous avons cherché si un corps qui produirait par dédoublement de l'acide formique n'exercerait pas une action marquée. L'éther formique se décomposant facilement sous l'influence des alcalis en alcool et en formiate alcalin était tout indiqué. Ce composé a été préparé de la manière suivante : l'acide oxalique et la glycérine, ayant été mélangés suivant le procédé de M. Berthelot pour la préparation de l'acide formique, sont chauffés pendant environ quatre heures, et l'acide carbonique se dégage, en même temps qu'il distille un mélange d'eau et d'acide formique en petite quantité ; si on laisse refroidir et qu'on ajoute au mélange de l'alcool à 95 degrés, puis qu'on chauffe lentement, une grande partie de l'alcool s'éthérise directement, et il distille un mélange d'éther formique et d'alcool qui est traité par les procédés ordinaires, pour arriver à avoir de l'éther formique pur. Ce corps, plus volatil que le chloroforme, peut être administré facilement par la voie pulmonaire ; il est soluble dans dix fois son

poids d'eau ; l'addition d'un peu d'alcool augmente beaucoup sa solubilité, ce qui permet de l'employer à l'intérieur, soit par la voie stomacale, soit par injection sous-cutanée.

Nos expériences ont été pratiquées comparativement avec l'éther formique, le chloroforme et l'éther acétique, sur des rats, des cochons d'Inde, des chiens. Par la voie pulmonaire, l'action est rapide, moins cependant que celle du chloroforme ; on observe surtout les phénomènes d'asphyxie, un refroidissement qui atteint 3°,5. La résolution musculaire n'est pas complète et la sensibilité n'est pas abolie. Comme anesthésique, l'éther formique ne peut donc pas être comparé au chloroforme. Les animaux restent plusieurs heures avant de revenir à l'état normal ; le refroidissement et l'horripilation persistent souvent. Par la voie pulmonaire ou par injection sous-cutanée, à la dose de 1 à 2 centimètres cubes pour les rats et les cochons d'Inde, de 4 à 6 centimètres cubes pour les chiens, les mêmes phénomènes apparaissent, mais l'asphyxie est moins prononcée ; les animaux restent cloués sur place, avec résolution musculaire marquée, tendance au sommeil, refroidissement ; la sensibilité n'est qu'émoussée. L'éther formique agit donc sur le système nerveux moteur et la calorification, et son action persiste longtemps. Administré à l'homme à la dose de 6 à 8 grammes dans le but de rechercher l'acide formique dans les urines, il a produit une tendance marquée au sommeil ; les autres phénomènes n'ont pas été constatés. L'acide formique a été retrouvé dans les urines, en suivant le procédé décrit dans nos expériences sur l'hydrate de chloral.

Dans les mêmes conditions, l'éther acétique n'a produit aucun résultat marqué. Ces expériences viennent donc confirmer nos premières conclusions, à savoir : que l'action physiologique de l'hydrate de chloral ne saurait être assimilée à celle du chloroforme introduit successivement dans l'économie, qu'elle est spéciale à ce corps, et qu'elle résulte de l'action combinée du chloroforme et de l'acide formique produits dans l'économie sous l'influence des carbonates alcalins du sang.

RECHERCHES

SUR LES

PROPRIÉTÉS DE DIVERS PRINCIPES IMMÉDIATS DE L'OPIUM

Par M. le Dr RABUTEAU

(Présentées à l'Académie des sciences dans sa séance du 22 avril 1872).

Les beaux travaux de M. Cl. Bernard sur les alcaloïdes de l'opium nous ont appris qu'il existait des différences notables entre ces divers principes expérimentés chez les animaux. Ils ont démontré que trois d'entre eux seulement étaient soporifiques (la narcéine, la morphine et la codéine); qu'ils étaient tous toniques à haute dose et à des degrés divers ; qu'ils étaient tous convulsivants, excepté la narcéine. Il était intéressant d'étudier ces mêmes principes comparativement chez l'homme et chez les animaux, non-seulement au point de vue de leurs propriétés soporifiques et de leur énergie, mais au point de vue de leurs effets analgésiques et anexosmotiques; car nous employons l'opium plus souvent pour calmer la douleur et arrêter les flux intestinaux que pour procurer le sommeil.

Mes expérieuces, qui sont au nombre de près de 150, ont été faites sur l'homme sain ou malade, sur les chiens, les lapins et les grenouilles. J'ai étudié non-seulement les six principaux alcaloïdes de l'opium, mais l'acide méconique et la méconine. Ces diverses substances étaient tantôt ingérées dans le tube digestif tantôt injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané.

§ 1. — Thébaïne.

Cette base, qui a pour formule $C^{19}H^{21}AzO^{3}$, a été découverte dans l'opium par Thiboumèry et a été étudiée ensuite par Pelletier et Couerbe. Elle cristallise en paillettes nacrées presque insolubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et dans l'éther.

La thébaïne possède une saveur styptique, mais ses sels sont d'une amertume assez franche.

Effets de la thébaïne. — Les accidents que la thébaïne détermine chez les animaux consistent en des convulsions violentes observées, depuis plusieurs années déjà, par Magendie qui avait vu que l'injection de 5 centigrammes de cette substance dans la veine jugulaire chez un chien, faisait succomber cet animal comme s'il avait été empoisonné par la strychnine.

Mais il faut des doses plus fortes de thébaïne pour amener la mort après qu'on l'a injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané. J'ai injecté, de cette manière, chez un chien de taille médiocre, 5 centigrammes de cet alcaloïde dissous préalablement dans une goutte d'acide chlorhydrique, et l'animal n'a eu que de légers trépignements. Chez un autre animal de la même espèce, 15 à 20 centigrammes de thébaïne dissoute dans 5 centimètres cubes d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et injectés, dans deux endroits différents, sous la peau déterminèrent des accidents redoutables, des convulsions tout à fait semblables à celles que produit la strychnine: la mort s'ensuivit. Les pupilles n'avaient pas été dilatées, leur diamètre avait au contraire légèrement diminué. Enfin, j'ai observé ces mêmes convulsions et la mort chez des grenouilles sous la peau desquelles j'avais mis une faible quantité de thébaïne. Le chlorhydrate de cette base a déterminé rapidement des attaques tétaniques; mais la thébaïne mise en nature sous la peau les a produites tardivement, par exemple, au bout d'une à deux heures, parce qu'elle est très-peu soluble. Les doses nécessaires pour déterminer les convulsions amènent la mort, tandis que les quantités de strychnine suffisantes pour produire des accès tétaniques ne sont pas nécessairement mortelles chez les grenouilles qui reviennent peu à peu à l'état normal.

Toutefois, on se tromperait si l'on induisait de ces expériences que la thébaïne fût aussi toxique que la strychnine, du moins chez l'homme. J'ai pris une fois 5 centigrammes et, une autre fois, 10 centigrammes de cet opiacé dissous dans l'acide chlorhydrique, puis dans 100 grammes d'eau. Le seul symptôme consécutif à l'ingestion de 10 centigrammes de thébaïne a consisté en un certain trouble de la tête, comme une ébriété sans céphalalgie. Je n'ai remarqué aucune action sur la pupille ni sur le

pouls; l'appétit a été excellent, il a été accru. Ce dernier résultat ne présente rien d'étonnant, puisque nous avons vu la strychnine elle-même être prescrite dans certaines dyspepsies; il doit être noté, car nous saurons que la perte d'appétit, les effets nauséeux déterminés parfois par l'administration de l'opium, doivent être attribués à d'autres principes que la thébaïne, qui existe d'ailleurs en faible quantité dans ce médicament. Enfin l'excrétion urinaire n'a pas été modifiée.

Il était intéressant de s'assurer si la thébaïne avait la propriété d'empêcher les courants exosmotiques dirigés vers l'intestin, c'est-à-dire si elle était l'un des principes qui arrêtent la diarrhée et produisent la constipation dans l'administration de l'opium.

Pour cela, j'ai suivi un procédé très-simple, mis en pratique par A. Moreau dans l'étude de la morphine. J'ai retiré une anse intestinale par une ouverture pratiquée à l'abdomen chez un chien à qui j'avais injecté, sous la peau, 5 centigrammes de thébaïne dissoute dans l'acide chlorhydrique, et que j'avais ensuite anesthésié par le chloroforme. Quand cette anse a été vidée par les contractions intestinales spontanées, je l'ai liée en un point, puis j'ai injecté dans sa cavité 5 grammes de sulfate de soude cristallisé dissous dans 15 centimètres cubes d'eau. L'anse a été liée ensuite à une distance de 20 centimètres de la première, puis elle a été remise dans l'abdomen dont la plaie a été réunie par une suture.

Trois heures après cette opération, l'animal a été sacrifié par la section du bulbe; l'anse intestinale retirée de l'abdomen était tout à fait turgide; elle contenait 68 centimètres cubes de liquide.

La thébaïne n'empêche donc pas les effets des purgatifs, elle n'est pas anexosmotique; par conséquent, elle n'est pas l'un des opiacés qui produisent la constipation ni qui arrête la diarrhée.

Cette même base n'est pas soporifique; les résultats constatés sur l'homme sont d'accord, sous ce rapport, avec ceux qu'avait observés Cl. Bernard dans ses expériences sur les animaux. Mais elle semble favoriser l'action du chloroforme. En effet, chez le chien soumis à l'opération de l'anse intestinale, j'ai remarqué, pendant et après cette opération, que l'animal était insensible à la

douleur, bien qu'il fût complétement éveillé, et que le chloroforme ne fût pas administré de nouveau; nous verrons d'autres alcaloïdes de l'opium augmenter également les effets du chloroforme.

D'ailleurs la thébaïne possède la propriété de faire disparaître à elle seule la douleur. Elle est même parfois *plus analgésique que la morphine chez l'homme*, comme l'ont démontré des observations recueillies dans le service de Sée, où j'ai vu l'injection de 1 centigramme de chlorhydrate de thébaïne calmer la douleur plus vite et plus longtemps que 1 centigramme de chlorhydrate de morphine.

En résumé : *La thébaïne est convulsivante et toxique, chez les animaux, mais à des doses plus fortes que celles de la strychnine : elle est peu toxique chez l'homme ; elle n'empêche pas les courants exosmotiques de l'intestin ; elle n'est pas soporifique, mais elle accroît l'action du chloroforme ; elle est analgésique.*

§ 2. — **Papavérine.**

La papavérine ($C^{20}H^{21}AzO^4$) a été retirée par Merck de l'opium, où elle se trouve en assez faible quantité. Elle cristallise en prismes complétement insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther.

Les sels de cet alcaloïde sont amers comme ceux de la thébaïne ; ils ne sont pas nauséeux.

Effets physiologiques. — La papavérine est beaucoup moins active que la thébaïne. Je n'ai rien observé, ni chez un lapin qui avait reçu sous la peau du dos, en deux endroits, 15 centigrammes de chlorhydrate de cette base, ni chez un chien qui en avait reçu 25 centigrammes. Les battements cardiaques, le diamètre des pupilles restèrent les mêmes ; le système nerveux ne parut affecté en aucune manière. Hoffmann avait déjà remarqué l'innocuité relative de cette substance, après l'avoir prise à la dose de 42 centigrammes en trois jours.

Ayant injecté, chez un chien, 20 centigrammes de chlorhydrate de papavérine, puis ayant pratiqué l'opération de l'anse intestinale décrite précédemment, et ayant sacrifié l'animal au

bout de trois heures, l'anse ne s'est pas trouvée aussi turgide que chez le chien qui avait reçu de la thébaïne ; néanmoins elle contenait 55 centimètres cubes de liquide. La papavérine n'est donc pas anexosmotique, ce dont je me suis assuré d'une autre manière, en la faisant prendre à des malades atteints de diarrhée ; elle n'a pas arrêté le flux intestinal.

D'ailleurs, Liederdorf et Breslauer ont constaté, de leur côté, que cette base, loin de produire la constipation, la faisait disparaître parfois. Ils ont vu en outre que la papavérine, administrée soit par la méthode gastro-intestinale, soit par la méthode hypodermique, ne causait ni nausées, ni vertiges, ni pesanteur de tête; qu'elle diminuait la fréquence du pouls.

Cet alcaloïde n'est pas soporifique chez l'homme ; il ne l'est pas non plus, d'après M. Cl. Bernard, chez les animaux. Il paraît néanmoins accroître puissamment l'action du chloroforme. L'animal sur qui fut faite l'opération de l'anse intestinale, resta dans un calme remarquable, bien que l'on ne continuât pas l'usage de cet anesthésique. Il n'était pas endormi, mais il ne se plaignait pas.

Il semblerait, d'après ces données, que la papavérine fût inoffensive ; mais il n'en est rien. A haute dose, elle produit des convulsions qu'on peut observer facilement chez les grenouilles sous la peau desquelles on a mis 2 à 3 centigrammes de cet alcaloïde ou de son chlorhydrate. Quelques minutes après l'introduction du chlorhydrate qui est très-soluble, tardivement, c'est-à-dire trois ou quatre heures après l'introduction de la papavérine en nature qui est presque insoluble, on observe chez ces animaux des convulsions soit spontanées, soit provoquées par une cause légère, simplement par le choc de la table sur laquelle ils reposent. De plus, la dose qui produit les convulsions est suffisante pour amener la mort ; c'est du moins ce que j'ai vu, de sorte que la papavérine est non-seulement convulsivante, mais toxique. Schroff avait remarqué aussi des convulsions chez les grenouilles sous la peau desquelles il avait injecté 3 centigrammes de chlorhydrate de papavérine. D'ailleurs Cl. Bernard nous avait déjà appris que cette substance était loin d'être dénuée d'activité, puisqu'il l'avait pla-

cée au second rang dans l'ordre convulsivant, et au troisième rang, au point de vue toxique, parmi les alcaloïdes de l'opium.

En résumé : *La papavérine est peu active chez l'homme à des doses relativement élevées*, 20 *centigrammes et même plus*, *mais elle est convulsivante et toxique à haute dose ; elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin* ; *elle n'est pas soporifique*, *mais elle favorise l'action anesthésique du chloroforme.*

§ 3. — Narcotine.

Cette base, qui a pour formule $C^{22}H^{23}AzO^{7}$, est la première qui ait été retirée de l'opium par Derosne, en 1804. Elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux, insolubles dans l'eau froide, à peine solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool et l'éther bouillants ainsi que dans le chloroforme. C'est une base qui donne néanmoins, avec les acides forts, des sels parfaitement définis. La saveur de ces sels est amère, un peu acerbe, mais nullement nauséeuse.

Effets physiologiques. — D'après Cl. Bernard, la narcotine est la moins toxique des bases de l'opium et occupe le troisième rang dans l'ordre convulsivant. Les expériences nombreuses que j'ai faites, tant sur l'homme que sur les animaux, viennent appuyer les assertions de notre grand physiologiste..

J'ai pris en une fois, ce qui n'avait pas encore été fait, 40 *centigrammes* de narcotine dissoute dans l'acide chlorhydrique, soit près de 43 centigrammes du chlorhydrate de cette base, dans 120 grammes d'eau. A part la saveur amère des sels de l'opium, je n'ai rien ressenti, pas même les vertiges du trouble léger que l'on éprouve dans la tête après l'ingestion de 20 centigrammes de thébaïne ingérée de la même manière ; je n'ai observé qu'une très-légère contraction de la pupille. L'appétit est demeuré parfait. Les urines n'ont été éliminées ni en moindre, ni en plus grande quantité : il n'y a eu ni diarrhée ni constipation.

Cette expérience, ainsi que celle de Bailly qui est arrivé à en donner jusqu'à 3 grammes en plusieurs doses *dans les vingt-quatre heures* ; enfin les observations que j'ai recueillies en adminis-

trant le chlorhydrate de narcotine à des doses de 5 à 20 centigrammes, prouvent que cette substance est peu active chez l'homme. Mais, à très-haute dose, elle révèle chez les animaux des propriétés qui la rapprochent de la papavérine et de la thébaïne, tout en la laissant à une grande distance de ces alcaloïdes, surtout du premier. Ainsi, 2 à 3 centigrammes de chlorhydrate placés sous la peau d'une grenouille produisent, au bout d'une demi-heure, des convulsions qui ne sont qu'un diminutif des convulsions strychniques; la narcotine est, si l'on peut s'exprimer ainsi, la brucine des opiacés convulsivants. De plus, les grenouilles ne meurent pas; vingt-quatre heures après l'expérience elles sont presque revenues à l'état normal; on n'observe alors qu'une légère roideur dans les mouvements.

Ayant injecté sous la peau, chez un chien, 5 centigrammes de chlorhydrate de narcotine, puis ayant mis dans une anse intestinale longue de 20 centimètres, 4 grammes de sulfate de soude cristallisé dissous dans 20 grammes d'eau, cette anse contenait, au bout de trois heures, 39 centimètres cubes de liquide. La narcotine, de même que la papavérine et la thébaïne, n'empêche donc pas les courants exosmotiques de l'intestin, ce dont je me suis assuré autrement. J'ai donné plusieurs fois, soit dans le service de G. Sée à la Charité, soit dans d'autres hôpitaux, 5 à 20 centigrammes de chlorhydrate de narcotine à des malades atteints de diarrhées de diverses natures. J'ai fait prendre en ma présence le médicament; or, dans près de 20 cas où je l'ai administré, la diarrhée a été arrêtée une seule fois, ce qu'il fallait nécessairement considérer comme accidentel.

Chez aucun des malades la narcotine n'a paru exercer une action soporifique, ce qui est conforme aux données de Cl. Bernard d'après ses expériences faites sur les animaux. D'un autre côté, elle ne paraît guère être analgésique, ni apte à prolonger l'insensibilité chloroformique. Ainsi, elle n'a point semblé émousser la douleur chez le chien soumis à l'opération de l'anse intestinale.

En résumé : *La narcotine est très-peu toxique et beaucoup moins convulsivante que la thébaïne et la papavérine; elle*

n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin ; elle n'est pas soporifique, elle ne paraît pas être analgésique ni accroître l'action du chloroforme. Sa dénomination (de ναρκόω, j'engourdis) est donc défectueuse, puisqu'elle ne produit rien d'appréciable chez l'homme à la dose de 40 centigrammes.

§ 4. — Codéine.

La codéine ($C^{18}H^{21}AzO^{3}$), découverte par Robiquet en 1833, cristallise en octaèdres ou en prismes quadratiques qui n'exigent, pour se dissoudre, que 80 parties d'eau froide et 17 parties d'eau bouillante. Elle est donc le plus soluble des alcaloïdes de l'opium ; elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther. Cette base, ainsi que ses sels, ont une saveur amère, légèrement acerbe et nullement nauséeuse.

Effets physiologiques. — Ingérée, en une fois, à la dose de 5 centigrammes, dissoute dans l'acide chlorhydrique, la codéine détermine, au bout d'une demi-heure à une heure, quelques symptômes tels que : pesanteur de tête, obscurcissement des idées, ainsi qu'une *certaine faiblesse dans les membres inférieurs.* Ces accidents cessent bientôt, mais leur apparition indique que la codéine est plus active que les alcaloïdes précédents. Les pupilles sont très-légèrement contractées ; il se produit parfois une congestion de la rétine. Le pouls ne change pas. L'appétit demeure intact ; la bouche reste humide comme d'ordinaire ; on n'observe ni diarrhée ni constipation.

En effet, la codéine n'est pas anexosmotique. Ayant mis 5 grammes de sulfate de soude pour 15 grammes d'eau, dans une anse intestinale de 25 centimètres de longueur, chez un chien qui avait reçu, sous la peau, 5 à 6 centigrammes de codéine, cette anse contenait, au bout de trois heures et demie, 70 centimètres de liquide.

Prise à la dose de 10 centigrammes, cette substance a déterminé une exagération des symptômes déjà signalés et de plus, d'après Schroff, des nausées et un ralentissement du pouls. Cette substance est donc plus dangereuse pour l'homme que la thébaïne,

tandis que, d'après Cl. Bernard et d'après mes expériences, conformes à celles de ce grand physiologiste, c'est la thébaïne qui est la plus toxique chez les animaux.

Une observation rapportée par Brard (de Jonzac) semblerait d'ailleurs prouver les effets toxiques de la codéine à haute dose. Un homme âgé de 43 ans avait pris, en vingt-quatre heures, un flacon de sirop de codéine renfermant, dit-on, 12 centig. 5 de cet alcaloïde ; quatorze heures après, il mourait dans le coma. Toutefois, pour que cette observation fût rigoureuse, il faudrait posséder des données précises sur la qualité et la quantité du principe actif contenu dans la liqueur ingérée. Je ne puis admettre, pour ma part, que la codéine soit toxique chez l'homme à cette dose, car j'ai eu la preuve du contraire ; il est indubitable que ce *sirop* dit *de codéine* devait renfermer de la morphine, qui coûte moins cher. Défions-nous donc des produits dont nous ne sommes pas sûrs et qui sont souvent la cause de désaccords entre physiologistes.

La codéine n'est pas soporifique chez l'homme aux doses de 5 à 10 centigrammes, mais elle le devient au delà de ces dernières, qu'il est bon cependant de ne pas dépasser. Ces mêmes doses font dormir les chiens ; toutefois, d'après les expériences de Cl. Bernard, le sommeil n'est jamais aussi complet que celui qui est produit chez eux par la morphine, et surtout par la narcéine. L'animal a plutôt l'air d'être calme que d'être endormi ; il peut toujours être réveillé facilement, soit par le pincement des extrémités, soit par le moindre bruit qui se fait autour de lui ; si le bruit est fort, il tressaille des quatre membres et cherche à s'enfuir. Enfin, lorsque le réveil a lieu, les animaux sont dans leur humeur naturelle ; ils ne présentent ni cet effarement ni cette paralysie du train postérieur qui succèdent à l'emploi de la morphine.

La codéine émousse beaucoup moins la sensibilité que la morphine ; elle ne rend pas, comme celle-ci, les nerfs paresseux ; de sorte que, pour les opérations physiologiques, la morphine et surtout la narcéine lui sont de beaucoup préférables. Il en est de même chez l'homme d'après mes recherches : l'inoculation de

1 centigramme de chlorhydrate de codéine dans les cas de névralgies, de sciatique par exemple, ne produit presque aucun apaisement de la douleur.

La quantité des urines n'est pas modifiée sous l'influence de cet alcaloïde.

En résumé : *La codéine est dangereuse chez l'homme à de hautes doses ; elle est très-peu soporifique, très-peu analgésique et n'empêche pas les courants exosmotiques.* Elle ne mérite donc pas d'être employée.

§ 5. — Narcéine.

La narcéine, $C^{23}H^{29}AzO^{9}$, a été découverte par Pelletier, en 1832.

Elle cristallise en petits prismes allongés et d'un éclat soyeux, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante, très-solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. La saveur des dissolutions de narcéine et de ses sels est franchement amère.

Effets physiologiques. — D'après Cl. Bernard, la narcéine est la plus soporifique des bases de l'opium, et moins toxique que la thébaïne, la codéine et la papavérine. Le sommeil produit chez les animaux, par exemple, chez un jeune chien qui a reçu 7 à 8 centigrammes de chlorhydrate de narcéine sous la peau, est profond, et très-convenable pour les opérations physiologiques douloureuses. Les chiens, affaissés dans un sommeil de plusieurs heures, ne font aucune résistance.

Après la publication de Cl. Bernard, divers médecins, parmi lesquels il convient de citer Béhier, Debout, Laborde, essayèrent la narcéine sur l'homme et constatèrent, à des degrés divers, les propriétés annoncées. Mais Schroff, de Vienne, ayant fait quelques expériences sur l'homme sain ou malade, ne put se convaincre des propriétés hypnotiques de cette base.

La vérité se trouve entre ces extrêmes. S'il est démontré, comme j'ai pu m'en assurer en répétant certaines expériences de Cl. Bernard, que la narcéine est plus soporifiqne chez les chiens que la morphine, il est certain qu'elle l'est beaucoup moins chez

l'homme que la morphine, qui l'emporte sous ce rapport. Prise aux doses de 10 à 20 centigrammes par l'homme à l'état de veille, elle ne détermine guère le besoin de dormir ; mais chez les malades qui sont dans le décubitus dorsal, on voit survenir un sommeil prolongé. La narcéine remplace alors avantageusement la morphine ou l'extrait gommeux d'opium ; elle produit un sommeil calme et réparateur, suivi d'un réveil éminemment physiologique, après lequel on n'éprouve aucun de ces troubles que détermine la morphine, tels que lassitude, perte d'appétit. Des femmes souffrantes et atteintes d'insomnie ont été si satisfaites du médicament, qu'elles demandaient sans cesse la précieuse substance que je leur avais donnée.

Brown-Séquard a observé un grand nombre de fois, en Amérique, les effets hypnotiques de la narcéine, qu'il a administrée jusqu'à la dose de 25 centigrammes par jour. Il a constamment remarqué ce sommeil calme et réparateur déjà indiqué, mais moins profond que celui de la morphine donnée à des doses vingt fois moindres. La narcéine est donc soporifique chez l'homme, mais beaucoup moins que chez les animaux.

Non-seulement la narcéine est hypnotique, mais elle est analgésique et anexosmotique.

Chez une femme de vingt-six ans, atteinte d'un épithélioma du col de l'utérus, et souffrant de douleurs atroces qui la privaient de tout sommeil, on badigeonnait avec du laudanum l'hypogastre, les cuisses qui en étaient toutes jaunes, on injectait même dans le rectum une petite quantité de ce même liquide ; mais ces moyens demeuraient infructueux. Je fis alors, dans le vagin, une injection de 40 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de narcéine au centième. Une heure après, la douleur avait disparu ; la malade passa la nuit dans un sommeil complet, et le matin à mon arrivée à l'hôpital elle me remercia avec effusion. Les douleurs revinrent malheureusement au bout de trente-six heures ; il fallait d'ailleurs s'attendre à leur retour, mais la narcéine les fit disparaître de nouveau.

Les propriétés analgésiques de la narcéine avaient déjà été reconnues par Béhier, qui avait employé le chlorhydrate de cette

base en injections sous-cutanées, et elles ont reçu naguère une sanction nouvelle dans des expériences faites par Petrini dans le service de ce même médecin, à l'Hôtel-Dieu. Des sciatiques, des douleurs névralgiques de diverses natures, ont été soulagées et parfois guéries par la narcéine qui, de même que dans mes recherches, s'est montrée parfois supérieure à la morphine.

Cette précieuse substance arrête également la diarrhée. Non-seulement la muqueuse intestinale sécrète moins sous l'influence de la narcéine, mais les muqueuses buccale, pituitaire, et la conjonctive même, subissent une sorte de dessiccation ; la soif augmente comme sous l'influence de la morphine. Mais il faut des doses assez fortes, celles de 10 à 20 centigrammes, pour obtenir ces résultats, et la diarrhée n'est pas aussi bien arrêtée que par la morphine ou par l'opium. Toutefois, la narcéine doit être préférée à ces dernières substances chez ceux dont l'appétit est troublé ou qui ont des vomissements, comme chez les phthisiques, que j'ai pu soulager ainsi d'une manière évidente. La narcéine est un diminutif de la morphine, mais elle n'en présente pas les inconvénients. En effet, elle ne détermine ni nausées ni vomissements ; elle arrête même ces accidents.

D'après Petrini, même à dose minime (5 milligrammes), le chlorhydrate de narcéine injecté sous la peau produit une élévation de la température, augmente la fréquence du pouls et détermine un abaissement de la tension artérielle. Mais ces effets ne sont que passagers ; ils n'existent plus une heure après l'injection à la dose indiquée ; de plus, on ne les observe pas après l'absorption de cette substance par la voie gastro-intestinale. Cette différence d'action se conçoit d'ailleurs. En effet, lorsqu'elle a été injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané, elle passe rapidement dans le torrent circulatoire et produit, par sa présence subite, une sorte de révolte de l'organisme, une surexcitation que j'ai déjà eu l'occasion de signaler après l'injection de l'alcool et que je rappellerai dans l'étude de divers médicaments et poisons, sans qu'elle puisse caractériser ces derniers en aucune manière. Puis, à cette première action succède celle qui résulte des propriétés réellement physiologiques de la narcéine, telle qu'on l'observe après l'ingestion de cette substance dans le tube digestif.

La narcéine diminue le pouvoir d'accommodation et rend légèrement présbyte.

Leconte a publié, en 1852, que la narcéine diminuait notablement l'excrétion urinaire. Il n'en est rien ; prise aux doses de 5 à 20 centigrammes, elle n'a jamais produit cet effet.

En résumé : *La narcéine, la plus somnifère des bases de l'opium chez le chien, est beaucoup moins soporifique que la morphine chez l'homme. Elle augmente l'action du chloroforme. Elle est analgésique et anexosmotique.*

§ 6. — **Morphine.**

La morphine, $C^{17}H^{19}AzO^3$, cristallise en prismes rectangulaires ou en octaèdres, à peine solubles dans l'eau froide, mais pouvant se dissoudre complétement dans 100 fois leur poids d'eau bouillante. Les solutions de cette base et de ses sels présentent une amertume moins franche que celle des opiacés.

Effets physiologiques. — D'après Cl. Bernard, la morphine est moins soporifique que la narcéine chez les animaux, mais elle l'est davantage que la codéine. Le sommeil qu'elle procure diffère des sommeils narcéique et codéique en ce qu'il est lourd, et qu'au réveil, les animaux sont dans l'abrutissement. Si, à l'exemple de Cl. Bernard, on injecte sous la peau de deux chiens, chez l'un, du chlorhydrate de codéine et, chez l'autre, une égale quantité de chlorhydrate de morphine, 5 à 10 centigrammes par exemple, suivant la taille, ces animaux éprouvent des effets soporifiques au bout d'un quart d'heure, et ils dorment tranquilles pendant trois quarts d'heure environ, mais ils forment, au réveil, le contraste le plus frappant. Le chien codéiné présente ses allures habituelles, tandis que le chien morphiné a la démarche hyénoïde, l'œil effaré ; il ne reconnaît personne, et ce n'est qu'au bout de vingt-quatre heures qu'il reprend son humeur ordinaire. Si, les jours suivants, on répète les mêmes expériences, mais en sens inverse, c'est-à-dire en donnant la codéine à celui qui avait reçu la morphine, on remarque, au réveil, les mêmes différences, mais également en sens inverse. Le chien qui auparavant, étant codéiné, s'était réveillé alerte et gai, est alors abruti et à demi paralysé à

la suite du sommeil morphéique, tandis que l'autre se réveille vif et joyeux.

Les expériences de Cl. Bernard ont démontré, en outre, que la morphine était peu toxique chez les animaux.

Mais il n'en est pas de même chez l'homme, qui est si sensible à l'action de cet alcaloïde qu'on peut avancer, avec certitude, que la morphine est pour lui le plus soporifique et le plus toxique des opiacés. Des expériences comparatives faites avec cette base et la narcéine ont prouvé la première proposition ; quant à la seconde, elle se trouve démontrée par ce fait, que l'ingestion de 10 centigrammes de thébaïne dissoute dans l'acide chlorhydrique ne produit presque rien, tandis que l'ingestion de 10 centigrammes de chlorhydrate de morphine, en une fois, détermine la mort si l'absorption est complète.

Non-seulement la morphine est le plus toxique et le plus soporifique des principes de l'opium chez l'homme, mais elle est le plus anexosmotique, c'est-à-dire qu'elle possède au plus haut degré la propriété d'empêcher les sécrétions intestinales, comme l'ont démontré les expériences de Moreau. En effet, d'après ce physiologiste, tandis que 20 centimètres cubes d'une solution de sulfate de magnésie au 5ᵉ, introduits dans une anse intestinale d'un chien, déterminent, au bout de dix-huit heures, une exosmose assez considérable pour que l'anse contienne environ 500 centimètres cubes de liquide, on observe, si l'animal est morphiné, que l'anse intestinale ne contient plus que 10 centimètres cubes environ d'un liquide purulent ; il peut même se faire qu'elle ne contienne absolument pas de liquide. Ces propriétés anexosmotiques de la morphine et de l'opium, qui agit surtout par elle dans ce cas, sont mises chaque jour à profit pour arrêter les diarrhées. On sait, d'un autre côté, que l'ingestion simultanée ou à peu de distance d'un purgatif salin et de l'opium fait que le purgatif ne produit pas ou peu d'évacuations, qu'il est presque entièrement absorbé et qu'il s'élimine alors par les reins en produisant quelques effets diurétiques.

La morphine est analgésique. Il est inutile d'insister sur cette propriété, qui est chaque jour mise à profit en l'injectant dans le

tissu cellulaire sous-cutané, ou en la faisant prendre à l'intérieur. Mais je rappellerai qu'elle le cède peut-être sous ce rapport à la thébaïne et à la narcéine.

La morphine présente le grand inconvénient de faire disparaître l'appétit et de causer des nausées et des vomissements. Trousseau a insisté sur ces accidents, que sa vaste expérience lui a démontré être plus fréquents chez la femme que chez l'homme, et qui arrivent avec la plus grande facilité chez les femmes d'un tempérament nerveux. Il a remarqué, en outre, que la marche de ces accidents était variable, suivant le mode d'administration de la morphine. Lorsque les sels de cette base avaient été mis sur le derme dénudé, les vomissements avaient lieu pendant les deux ou trois premiers jours de l'application, lors même que la dose était peu considérable ; plus tard, les nausées existaient seules et les vomissements n'avaient plus lieu. Dans l'administration des sels de morphine à l'intérieur, on observa un ordre inverse : les vomissements ne paraissaient qu'au deuxième, et même au quatrième jour de la médication, et se prolongeaient ensuite pendant toute sa durée.

Trousseau a remarqué souvent, après les injections morphinées, une production de sueur, une coloration plus vive de la peau, l'accélération du pouls et la fréquence plus grande des mouvements respiratoires. Bailly avance, au contraire, que les préparations de morphine sont sans influence sur le pouls et sur la température, ou qu'ils ne peuvent, tout au plus, que les diminuer légèrement. Ces deux auteurs sont à la fois dans le vrai, car ils ont bien vu ; mais, comme il arrive souvent, ce sont les conclusions qui sont erronées. Injectés sous la peau, les sels de morphine, étant absorbés rapidement, agissent alors comme la narcéine ; mais cet effet dure peu, et il est suivi de l'état normal ou de la légère diminution du pouls et de la température signalée par Bailly ; ce qui arrive lorsqu'on prend le médicament à l'intérieur, parce qu'il est absorbé moins rapidement qu'après l'injection sous-cutanée.

Enfin Trousseau a avancé que la morphine diminuait l'exsécrétion urinaire ; mais il faut répéter ici ce qui a été dit au sujet

de la narcéine ; d'ailleurs, les prétendus effets anurétiques de la morphine n'ont pas été reconnus par Bailly, qui a vu seulement que plusieurs malades éprouvaient de la difficulté à uriner, sans que la quantité d'urine éliminée fût moins grande.

En résumé, *la morphine est plus soporifique que la narcéine chez l'homme, elle est anexosmotique et analgésique. Mais ces avantages sont compensés par des inconvénients, que les autres alcaloïdes ne produisent pas ou ne déterminent qu'à un moindre degré, tels que la perte de l'appétit, les nausées et les vomissements. Nous verrons plus loin que la morphine augmente l'action du chloroforme.*

§ 7. — Opianine. Porphyroxine. Pseudomorphine. Acide méconique. Méconine.

L'*opianine* se présente sous l'aspect d'aiguilles incolores et brillantes, amères, très-peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool. Elle donne des sels cristallisables. L'action de cette substance, qui existe en très-petite quantité dans l'opium, paraît se rapprocher de celle de la morphine.

La *porphyroxine* et la *pseudomorphine* se dissolvent également dans l'alcool et dans les acides. Elles sont peu connues. La dernière est appelée ainsi, parce que, de même que la morphine, elle se colore en bleu au contact des sels ferriques.

L'*acide méconique*, $C^7H^4O^7$, entrevu par Séguin en 1804, fut isolé par Sertuerner en 1805. Il cristallise en paillettes blanches d'une saveur acide et astringente, assez solubles dans l'eau chaude, moins solubles dans l'eau froide, qui n'en prend guère que la centième partie de son poids. L'ébullition dans l'eau le change en acide coménique.

Sertuerner avait attribué à l'acide méconique une action très-énergique ; un seul grain (5 centigrammes) pouvait, disait-on, causer la mort ; on pensait en outre, que c'était un remède assuré contre le tænia, et l'on administrait avec de grandes précautions le méconate de soude pour faire disparaître ce parasite. Mais Fenoglio (1) constata plus tard l'innocuité de ce même sel

(1) *Bull. gén. des sc. méd. de F[illegible]ac*, I, 300, et *Journ. de pharm.* IV, 295.

administré à des chiens jusqu'à la dose de 8 grains, ainsi que son inutilité contre le tænia chez une femme qui en avait pris 4 grains.

L'acide méconique n'était donc pas aussi dangereux qu'on l'avait cru ; je suis allé plus loin, car j'ai reconnu que cette substance était inactive.

J'ai injecté dans les veines, chez un chien de belle taille, 50 centigrammes de cet acide pur, dissous dans 40 grammes d'eau à la température de 37 degrés. L'animal n'a rien éprouvé de cette injection.

J'ai fait prendre à un autre chien de taille médiocre, tantôt 1 gramme, tantôt 2 et même 3 grammes de biméconate de potasse ou de soude, et je n'ai rien observé, si ce n'est que les urines de cet animal sont devenues, ou neutres ou alcalines, suivant la dose ingérée. De plus, j'ai constaté, de la manière la plus précise, les réactions de l'acide méconique, ou des méconates, dans les urines de ce chien, en les additionnant de perchlorure de fer. On sait, en effet, que ce dernier réactif donne, dans les solutions de l'acide méconique et des méconates, une coloration rouge très-intense, qui permet de reconnaître des traces de ces substances.

La *méconine*, $C^{10}H^{10}O^{4}$, entrevue dans l'opium par Dublanc, en 1826, a été obtenue plus tard par Couërbe à l'état de pureté.

Elle se présente sous l'aspect de prismes hexagones d'une saveur amère faible, peu solubles dans l'eau froide, mais très-solubles dans l'alcool et dans l'éther. Lorsqu'on la traite par l'eau bouillante, l'excès qui ne peut se dissoudre entre en fusion et offre l'aspect d'un liquide oléagineux.

Cette substance paraît dépourvue de toute activité. Je l'ai essayée chez les animaux, à des doses variables, et je n'ai rien observé qui pût être considéré comme un effet de la méconine. Il est vrai que lorsque j'avais injecté sous la peau cette substance dissoute dans l'eau alcoolisée, j'ai observé de la suppuration quelques jours plus tard ; mais le pus était excessivement crémeux et même presque solide, comme il l'est d'ordinaire chez les lapins, et la formation en était due, non à l'action de la méconine, mais à celle de l'alcool ; car on sait que ce liquide, injecté dans le tissu

conjonctif, peut déterminer des phlegmons. Toutefois, dans aucune circonstance, les animaux n'eurent de la fièvre, et ils conservèrent toujours leur appétit.

§ 8. — Classement des alcaloïdes de l'opium.

Telles sont les données que nous possédons aujourd'hui sur les principes immédiats de l'opium. Elles sont le résultat de quelques recherches de Magendie, de plus de deux cents expériences faites par Cl. Bernard sur les animaux les plus divers, et de près de cent cinquante expériences physiologiques ou thérapeutiques faites par moi sur les animaux et sur l'homme sain ou malade ; enfin elles ont été appuyées par les recherches de divers expérimentateurs et cliniciens dont les noms ont été cités.

Cl. Bernard avait étudié les alcaloïdes de l'opium, surtout au point de vue de leurs propriétés soporifiques, convulsivantes et toxiques ; mais il fallait les considérer aussi au point de vue de leurs effets analgésiques et anexosmotiques.

Voici la manière dont on peut les grouper, d'après ces mêmes propriétés chez les animaux et chez l'homme :

Ordre soporifique.		Ordre convulsivant
chez les animaux.	chez l'homme.	chez les animaux.
Narcéine.	Morphine.	Thébaïne.
Morphine.	Narcéine.	Papavérine.
Codéine.	Codéine.	Narcotine.
Les autres ne sont pas soporifiques.	Les autres ne sont pas soporifiques.	Codéine.
		Morphine.
		La narcéine n'est pas convulsivante.
(Cl. Bernard.)	(Rabuteau.)	(Cl. Bernard.)

Ordre toxique.		Ordre analgésique	Ordre anexosmotique
chez les animaux.	chez l'homme.	chez l'homme.	chez l'homme et les animaux.
Thébaïne.	Morphine.	Morphine.	Morphine.
Codéine.	Thébaïne.	Narcéine.	Narcéine.
Papavérine.	Codéine.	Thébaïne.	Les autres n'empêchent pas les courants exosmotiques dans l'intestin.
Narcéine.	Papavérine.	Papavérine.	
Morphine.	Narcéine.	Codéine ?	
Narcotine.	Narcotine.	La narcotine ne paraît pas être analgésique.	
(Cl. Bernard.)	(Rabuteau.)	(Rabuteau.)	(Rabuteau.)

On a observé parfois des convulsions dans les cas d'empoisonnement de l'homme par l'opium, mais la science n'est pas en mesure de se prononcer sur les propriétés convulsivantes des divers opiacés dans notre espèce. On sait, toutefois, que dans l'empoisonnement par la morphine, la mort a lieu dans le relâchement, ce qui indique que cet alcaloïde n'est pas convulsivant chez l'homme. La codéine ne l'est pas non plus, si l'on admet le cas d'empoisonnement cité plus haut. Il est rationnel d'admettre que la narcéine ne doit pas être plus active chez l'homme que chez les chiens.

J'ai pu vérifier facilement, de la manière suivante, l'ordre convulsivant établi par Cl. Bernard : J'ai pris diverses grenouilles sous la peau desquelles j'ai placé, chez l'une, 2 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne, chez une autre, 2 centigrammes de chlorhydrate de papavérine, enfin chez une troisième, 2 centigrammes de narcotine. Une autre grenouille, qui avait reçu de la strychnine servait de comparaison. Or, au bout d'un temps variable, qui est à peu près le même pour la thébaïne et la strychnine, plus long pour la papavérine, plus long encore pour la narcotine, les animaux furent pris de convulsions dont l'intensité était décroissante en passant de l'un à l'autre, et qui se produisaient de moins en moins facilement par le choc ou par le contact.

En frappant légèrement sur la table sur laquelle les grenouilles reposaient, on voyait se convulser celle qui était strychnisée et celle qui était thébaïnée, les autres restant au repos ; puis, en frappant plus fort, c'était le tour de celle qui avait reçu de la papavérine ; frappant plus fort encore, toutes éprouvaient des convulsions.

La codéine ne convulse pas les grenouilles d'une manière constante, néanmoins elle agit parfois avec une intensité notable. La morphine agit beaucoup moins. Si l'on coupe les nerfs qui, de la moelle épinière, se rendent à un membre, les convulsions ne se produisent plus dans ce membre.

Enfin, au point de vue de l'action exercée sur l'estomac, il faut rappeler que la morphine peut provoquer des nausées et des vomissements et fait perdre l'appétit, tandis que les autres alca-

loïdes ne produisent pas ces accidents, ou ne les déterminent qu'à un degré très-faible. Ils augmentent même parfois l'appétit, se comportant en cela comme des substances franchement amères. D'ailleurs la morphine seule possède une amertume nauséeuse.

§ 9. — Opium en nature.

A l'aide des notions acquises sur les divers alcaloïdes de l'opium, nous pouvons nous expliquer désormais le mode d'action de cette substance. Nous ne sommes pas assurés, il est vrai, d'avoir isolé tous les principes qu'elle contient, mais nous connaissons les plus importants et nous savons que certains d'entre eux peuvent être considérés comme inactifs.

Effets physiologiques de l'opium. — La morphine doit être regardée comme le principe le plus actif de l'opium, mais la physiologie et la pratique médicale démontrent, entre ces deux substances, de notables différences d'action qui font préférer souvent l'emploi de ce dernier. Ces différences tiennent à la complexité de l'opium et à l'activité variable de ses principes. Aussi voit-on ce médicament agir d'une certaine manière, à faible dose, et d'une manière parfois tout opposée, à de hautes doses, défiant ainsi les calculs de quiconque n'a pas étudié l'action des principes qui le composent. En effet, c'est la résultante de toutes ces actions que nous observons, et cette résultante peut changer de signe à mesure que l'on applique à l'organisme des forces dont l'intensité n'est pas la même ; ce dont nous allons voir des exemples en étudiant l'action de l'opium successivement sur le tube digestif, sur la circulation et la température, sur les organes des sens, sur le sommeil, enfin sur la sensibilité et l'activité musculaire.

1° L'opium produit moins que la morphine les nausées et les vomissements, et ces accidents, lorsqu'ils arrivent, sont alors mitigés et moins persistants. Pris à faibles doses, l'opium constipe ; mais à hautes doses, à celle de 20 à 30 centigrammes, par exemple, alors qu'il peut déterminer des accidents toxiques, ou bien chez les sujets qui se sont habitués à en prendre des doses considérables, il produit très-souvent de la diarrhée. Ces actions va-

riables s'expliquent d'elles-mêmes. En effet, la morphine seule provoque des nausées, tandis que les autres alcaloïdes augmentent plutôt l'appétit. D'un autre côté la morphine, la narcéine sont anexosmotiques, les autres alcaloïdes ne le sont pas et rendent parfois les selles plus faciles; or, s'il en est ainsi, on conçoit qu'à mesure qu'on augmente les doses, l'action de ces derniers alcaloïdes, qui est nulle dans quelques centigrammes d'opium, parce qu'ils s'y trouvent en faible proportion, devienne prédominante lorsque les doses augmentent.

2° Les premiers effets de l'opium pris à doses fortes sont d'activer la circulation et d'élever légèrement la température; or, nous avons vu que la morphine et la narcéine, surtout lorsqu'elles avaient été inoculées, avaient la propriété d'accélérer le pouls et d'augmenter la chaleur animale, ce qui n'a pas été constaté encore pour les autres alcaloïdes. Mais ces effets ne sont que passagers; toutefois ils sont plus remarquables après l'ingestion de l'opium; qui va jusqu'à produire de la sueur et des éruptions (sueurs médicamenteuses). Un peu plus tard ce médicament, comme tous les autres opiacés, diminue le pouls et la température.

3° Après l'ingestion de 10 à 15 centigrammes d'opium chez l'adulte, les yeux brillent, la pupille se dilate, la vue est troublée, l'ouïe est obtuse. Lorsque les doses sont de 20 à 25 centigrammes, la pupille se contracte, l'ouïe est exaltée, et c'est alors surtout que l'on observe l'élévation de la température, la fréquence du pouls déjà signalée et même une accélération de la respiration. Or, la morphine, la narcéine, prises à faibles doses, peuvent dilater la pupille, tandis que les autres alcaloïdes la contractent; et comme l'action de ces derniers devient prédominante à haute dose, c'est elle qui se manifeste.

4° A faible dose, l'opium exerce une action soporifique, que nous mettons chaque jour à profit; à hautes doses, à celles de 20 à 25 centigrammes par exemple, il ne produit que la *somnolence* sans qu'il y ait sommeil véritable. Mais, au bout de quelques heures, le sommeil survient néanmoins profond et persistant. Chez un sujet qui avait pris 22 centigrammes de cette substance,

Schroff observa d'abord la somnolence, puis le sommeil ; il y eut en outre des vomissements et, le lendemain, de la diarrhée.

5° L'opium diminue la sensibilité et produit une paresse musculaire si considérable, que les sujets qui l'ont pris à haute dose se refusent à exécuter tout mouvement. Or nous avons vu que la plupart des alcaloïdes avaient la propriété de produire l'analgésie, que la thébaïne elle-même, qui est si éloignée de la narcéine et de la morphine, à certains égards, produisait cet effet. Nous avons vu, en outre, que la codéine, même à la dose de 5 centigrammes, commençait à produire chez l'homme un affaiblissement musculaire, surtout dans le train postérieur, affaiblissement qui ne paraît guère exister chez les chiens codéinés, mais qui est remarquable chez les chiens morphinés, dont la démarche devient alors hyénoïde. Enfin, dans les cas d'empoisonnement on a observé parfois des convulsions chez l'homme, ce qui doit être attribué aux alcaloïdes excito-moteurs dont l'action ne doit pas être négligée dans ces circonstances.

Enfin, l'opium produit de la congestion. Or, nous savons que ses alcaloïdes déterminent presque tous cet effet d'une manière constante. Ainsi la nicotine elle-même, prise à la dose de 40 centigrammes, n'a produit qu'une congestion oculaire.

§ 10. — De l'action simultanée du chloroforme et des alcaloïdes de l'opium.

Cette action remarquable a déjà été signalée précédemment. Nous avons dit, en effet, que les animaux étaient beaucoup moins sensibles à la douleur lorsqu'ils étaient soumis à l'influence du chloroforme et des opiacés. Ainsi, dans les expériences que j'ai faites en retirant une anse intestinale de l'abdomen de chiens préalablement narcéinés ou thébaïnés, etc., j'ai vu ces animaux rester insensibles, lors même que le chloroforme n'était plus administré depuis un quart d'heure, et cependant ils ne dormaient pas. Ceci provient de ce que l'action analgésique des alcaloïdes s'ajoutait à l'action du chloroforme, qui seul aurait été impuissant, à un moment donné, à entretenir l'insensibilité, à cause de sa

présence en trop faible quantité dans le sang, par suite de son élimination rapide. Ainsi *les alcaloïdes de l'opium continuent*, pour la plupart, *l'action analgésique du chloroforme*, bien qu'ils ne soient pas tous soporifiques, ce qui tient à ce qu'ils ont presque tous la propriété de diminuer la sensibilité.

Les premiers faits de ce genre ont été observés par Cl. Bernard et par Nussbaum. Cl. Bernard a expérimenté sur les animaux. Nussbaum ayant pratiqué une injection sous-cutanée d'acétate de morphine chez un malade qu'il opérait et qui était soumis à l'action du chloroforme, vit que l'opéré ne se réveilla pas comme d'ordinaire et qu'il dormit d'une manière tranquille pendant douze heures. Pendant ce sommeil, il était insensible aux piqûres, aux incisions et même au cautère actuel. Nussbaum répéta ces observations avec le même succès, puis Guibert, Goujon et Labbé se sont servis récemment de la même méthode dans les opérations obstétricales et chirurgicales, et tous ont vu que les doses faibles de chloroforme et d'un sel de morphine produisaient l'insensibilité parfaite sans qu'il y eût nécessairement sommeil.

On arrive au même résultat avec la narcéine. Un chien à qui j'avais inoculé 5 centigrammes de chlorhydrate de cette base, et qui fut ensuite endormi par le chloroforme, ne sentait plus rien au réveil. Il marchait dans le laboratoire, reconnaissait la voix qui l'appelait, mais il était comme privé de son système nerveux sensitif; on pouvait le pincer, le piquer, lui marcher sur les pattes sans qu'il manifestât la moindre douleur. Cet état extraordinaire chez un animal parfaitement éveillé dura plusieurs heures, mais le lendemain la sensibilité était revenue.

La codéine, la papavérine continuent faiblement l'action du chloroforme, mais la narcotine ne fait rien ou presque rien, comme je m'en suis convaincu chez des animaux et sur ma propre personne.

Me fondant sur ces données, j'ai pensé qu'on pourrait obtenir l'insensibilité en faisant avaler une solution chloroformique et un opiacé qui, donnés seuls, ne la détermineraient pas. Dès lors les inhalations du chloroforme ne seraient plus indispensables et les dangers du sommeil anesthésique seraient évités. Des expériences

faites chez les animaux, en leur injectant du chloroforme dans le rectum après l'inoculation de la narcéine ou de la morphine, ont vérifié mes prévisions.

Au lieu du chloroforme on peut employer le chloral et le bromoforme.

§ 11. — **Résumé.**

Thébaïne. — D'après M. Cl. Bernard, la thébaïne est la plus toxique des bases de l'opium chez les animaux. Cette proposition, qui est éminemment vraie, ne s'applique pas à l'homme, qui peut ingérer sans danger 10 et 15 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne. A la suite de cette première donnée, j'ai constaté que cette substance, introduite par la méthode hypodermique chez des malades atteints de névralgies, était analgésique autant que la morphine. Je me suis assuré qu'elle n'était pas anexosmotique, c'est-à-dire qu'elle n'arrêtait pas la diarrhée. C'est ce que m'avait démontré déjà l'expérience suivante, qui a été faite pour chacun des opiacés : J'ai injecté sous la peau, chez un chien, 5 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne, puis j'ai porté, dans une anse intestinale, une solution de sulfate de soude ; or, cette anse, après avoir été remise dans l'abdomen, s'est remplie de liquide, de sorte que le purgatif a agi comme si l'animal n'avait pas été thébaïné. On verra qu'il n'en est pas de même chez un chien morphiné. Enfin, j'ai reconnu que la thébaïne n'était pas soporifique chez l'homme, ce que M. Cl. Bernard avait déjà constaté chez les animaux.

Papavérine. — Cette substance est beaucoup moins active que la thébaïne ; 15 centigrammes de son chlorhydrate, introduits sous la peau d'un lapin, 25 centigrammes chez un chien, ne produisent rien. L'homme la supporte très-bien. Elle n'est soporifique ni chez les animaux ni chez l'homme. Elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin et n'arrête pas la diarrhée. Enfin elle est légèrement analgésique.

Narcotine. — Suivant M. Cl. Bernard, la narcotine est la moins toxique des bases opiacées chez les chiens. Il en est de même chez l'homme : 43 centigrammes de son chlorhydrate, ingérés en

une fois, n'ont rien produit chez moi. Elle n'est pas ou n'est presque pas analgésique. Elle n'est pas anexosmotique ; en effet, dans vingt cas de diarrhée où je l'ai administrée, elle ne l'a arrêtée qu'une seule fois, ce qu'on peut considérer comme accidentel. Enfin, elle n'est pas plus soporifique chez l'homme que chez le chien. C'est donc une substance presque inerte ; toutefois, à très-haute dose, à celle de 3 centigrammes, par exemple, elle produit chez les grenouilles de légères secousses convulsives : c'est la brucine des opiacés.

Codéine. — Cette base est moins dangereuse que la thébaïne et plus dangereuse que la morphine chez les animaux. C'est le contraire chez l'homme. Aux doses de 5 à 10 centigrammes, elle produit de la pesanteur de tête et de la faiblesse dans les membres inférieurs. Elle n'est pas anexosmotique, très-peu soporifique et peu analgésique chez l'homme.

Narcéine. — La narcéine est la plus soporifique des bases de l'opium chez les animaux ; mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle soit très-somnifère. En effet, il faut plus de 5 centigrammes de son chlorhydrate injecté sous la peau d'un chien de taille moyenne pour le faire dormir. Elle est beaucoup moins soporifique que la morphine chez l'homme ; mais elle ne l'est qu'à haute dose, à celles de 10 à 20 centigrammes, par exemple ; mais le sommeil qu'elle procure est calme et réparateur, et le réveil est tout à fait physiologique, tandis que celui de la morphine, lequel est plus profond, ne laisse pas de produire de la fatigue. Enfin cette précieuse substance est éminemment analgésique, comme je l'ai prouvé par des expériences thérapeutiques dont les résultats ont été exposés l'an dernier devant la Société de biologie. Elle ne diminue pas l'excrétion urinaire, comme on l'a avancé, mais elle arrête très-bien la diarrhée, moins efficacement que la morphine, qui doit être d'ailleurs employée à des doses beaucoup plus faibles ; mais elle n'entrave pas les fonctions digestives ; aussi est-elle utile dans les diarrhées des phthisiques.

Morphine. — La morphine est la plus active des bases opiacées chez l'homme, tandis que, d'après M. Cl. Bernard, elle occupe le quatrième rang dans l'ordre toxique chez les animaux. Elle est

très-anexosmotique, comme le prouve l'expérience de l'intestinale faite déjà avant moi par M. Moreau, et comme le démontre la pratique médicale. Elle est la plus soporifique des bases de l'opium ; mais elle ne paraît pas plus analgésique que la morphine, elle l'est même moins parfois.

Acide méconique et méconine. — Mes expériences démontrent que l'acide méconique est inerte, même à de hautes doses. J'ai injecté 50 centigrammes de cet acide dans le sang chez un chien ; j'ai fait prendre à d'autres de 1 à 3 grammes de biméconates de potasse ou de soude, et je n'ai rien observé, si ce n'est que les urines sont devenues neutres ou alcalines suivant la dose du biméconate ingéré. La réaction de l'acide méconique par le perchlorure de fer était tout à fait nette dans ces mêmes urines. La méconine est également inactive.

Mes expériences physiologiques ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine ; les expériences thérapeutiques, dans divers hôpitaux (*Charité*, service de M. Sée ; *Pitié*, dans un service dirigé par M. Lancereaux) ; enfin, dans ma pratique.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

De la chondrine, par MOLESCHOTT et FUBINI (*Sulla condrina ; osservationi di Jac-Moleschott e S. Fubini*, Torino 1872, in-8.)

ANALYSE PAR M. LE DOCTEUR RABUTEAU.

Berzelius avait réparti les substances histogéniques azotées en deux classes : l'une contenant les matières albuminoïdes dont la solution acidulée par l'acide acétique donne un précipité avec le ferricyanure de potassium ; l'autre renfermant celles qui, dans les mêmes circonstances, ne donnent pas de précipité avec ce même réactif. Ce caractère, sur lequel insistait Muller (1), possède une valeur absolue, quand on compare les corps albumi-

(1) *Ueber die Structur und die chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knorpel und Knochen*, von J. Müller (*Poggendorff's Annalen*, XXXVIII, 1836, p. 295).

neux à la gélatine; ainsi la solution de cette dernière étant additionnée d'acide acétique, ne donne pas de précipité avec le ferricyanure de potassium. Mais cette distinction ne s'applique pas à la chondrine, par la raison que cette substance, différente de la géiatine, est précipitée déjà par l'acide acétique.

A ce sujet, les auteurs de ce travail attirent l'attention sur un fait qui n'avait pas encore été mentionné, savoir que le précipité donné par l'acide acétique, dans une solution limpide de chondrine, se dissout facilement sous l'influence du ferricyanure et du ferrocyanure de potassium. Il en résulte que l'acide acétique, employé concurremment avec les cyano-ferrures, fournit des caractères excellents pour distinguer : 1° le groupe des corps albumineux, 2° la gélatine, 3° la chondrine. *Les substances albuminoïdes se trouvant en solution acidulée par l'acide acétique sont précipitées par les deux cyano-ferrures de potassium ; une solution limpide de gélatine additionnée de ce même acide ne précipite point par ces réactifs, tandis que la chondrine, suivant les observations de Moleschott et Fubini, précipitée par l'acide acétique se réduisant par l'addition de l'un ou l'autre des cyano-ferrures.*

Muller avait bien remarqué auparavant que le carbonate de potasse, les acétates de potasse et de soude, le chlorure de sodium dissolvaient le précipité acétique de la chondrine, mais on n'avait pas encore signalé l'action concordante des cyano-ferrures.

En ce qui concerne l'acide acétique, la plupart des auteurs (Muller lui-même, puis Lehmann, Schlossberger, Gorup-Besanez, Hoppe-Seyler, Kuhne et, en dernier lieu, Hilger) affirment que ce même précipité acétique de la chondrine ne se redissout pas dans un excès d'acide. Mais, en 1853, Robin et Verdeil (1) avaient écrit que le précipité donné par l'acide acétique et par un certain nombre d'autres acides, tels que l'acide lactique, dans une solution de chondrine, se dissolvait dans un excès de ces mêmes acides. Strecker, douze ans après les auteurs français, avait enseigné la même chose dans son *Manuel de chimie organique*.

Or, c'est la proposition émise par Robin et Verdeil qui est vraie. Les auteurs de ce mémoire se sont assurés, en effet, par de nombreuses expériences, que le précipité donné par l'acide acétique dans une solution de chondrine se dissolvait facilement dans un excès de cet acide à la température ordinaire. Il se dépose, il est vrai, des flocons sur les parois du vase qui contient les liqueurs, mais ces flocons, étant recueillis et traités par l'acide acétique dans un appareil distillatoire recommandé par Mitscherlich et bien connu des chimistes, se dissolvent à leur tour. Les solutions étant évaporées à siccité au bain-marie, pour chasser l'acide, laissent un résidu qui se dissout dans l'eau et qui donne toutes les réactions de la chondrine. Aussi Moleschott et Fubini croient-ils devoir s'exprimer de la manière suivante :

(1) *Traité de chimie anatomique et physiologique, normale et pathologique*. Paris, 1853, t. III, p. 554.

« *Nous sommes donc conduit à déclarer, d'accord avec Robin, Verdeil et Strecker, et contrairement à la majorité des auteurs, que la chondrine est soluble dans un excès d'acide acétique dilué (acide cristallisable mélangé avec son volume d'eau) pourvu qu'on recoure à l'ébullition prolongée* ». Mais il faut remarquer que la chondrine récemment précipitée et celle qui est desséchée résistent à l'action de l'acide acétique concentré, si on ne les a pas fait macérer préalablement plusieurs jours dans l'acide acétique étendu ; c'est pour cela et parce qu'on n'avait pas expérimenté avec assez de soin, qu'est née cette opinion erronée et si répandue que la chondrine était insoluble dans un excès d'acide acétique.

Les auteurs ont reconnu que l'acide tartrique agissait encore mieux que l'acide acétique ; ils ont vu, en outre, que les précipités obtenus se dissolvaient dans un excès d'une solution de chondrine. La même observation s'applique aux troubles ou aux précipités donnés par l'alun, par les acétates neutre et basique de plomb, les sulfates de cuivre et de sesquioxyde de fer, les bichlorures de platine et de mercure, le protochlorure d'étain, le nitrate d'argent. En résumé : « *Les précipités produits par les réactifs énumérés se dissolvent tous, non-seulement dans un excès de ces réactifs, mais plus ou moins facilement dans un excès de la solution aqueuse de chondrine.* » Pour observer facilement ces effets, il est toujours utile que le précipité soit récent.

On sait que les solutions, soit aqueuses, soit acétiques de chondrine tendent à s'altérer, puisqu'il s'y produit un corps capable de réduire le bioxyde de cuivre, soit à la température ordinaire quand il s'agit de la solution aqueuse, soit à la température de l'ébullition quand il s'agit de la solution acétique. Les auteurs n'ayant pas examiné ce corps ne peuvent dire s'il représente la chondroglycose obtenue par Bodecker et Fischer en traitant les cartilages par l'acide chlorhydrique bouillant.

Plus loin, Moleschott et Fubini cherchent à fixer la détermination quantitative de la chondrine. Mais trois difficultés se présentent à ce sujet : la faible solubilité de la chondrine dans l'eau ; la dissolution des précipités, non-seulement dans un excès de la dissolution aqueuse de la chondrine elle-même, mais dans un excès de réactif précipitant. Le sulfate de cuivre et l'alun peuvent pourtant, quand on s'entoure de précautions, servir à l'analyse quantitative de cette substance.

Enfin, dans un dernier chapitre, Moleschott et Fubini font un examen critique et expérimental de l'opinion d'après laquelle les os des adultes contiendraient encore de la substance chondrogène.

Muller avait remarqué que l'alun et le sulfate d'alumine produisaient un dépôt de très-petits flocons dans une solution claire obtenue par l'ébullition de l'eau, dans laquelle il avait mis de la raclure d'os et parfois de corne de cerf. « Cette impureté, disait-il, est en si faible quantité qu'on peut la négliger ; elle résulte probablement d'une minime quantité de chondrine contenue dans les os ; » et plus loin : « Nous ne connaissons jusqu'ici aucun os qui contienne une quantité appréciable de chondrine ; les cartilages permanents

la perdent à la suite de leur ossification accidentelle ou morbide (1). Moleschott et Fubini ont voulu s'assurer par eux-mêmes si les os pouvaient donner de la chondrine. Pour cela, ils ont placé dans l'appareil de Mitscherlich de la poudre d'os avec de l'eau qu'ils ont maintenue à la température de l'ébullition pendant 95 heures; puis ils ont remplacé le liquide par une eau nouvelle qu'ils ont fait bouillir pendant 129 heures, et ainsi de suite, de sorte que la poudre d'os a été traitée par l'eau bouillante, en tout, pendant 1146 heures. Or, les premiers liquides obtenus contenaient de la gélatine qui avait été enlevée aux os, mais jamais on n'a pu constater dans aucune épreuve la présence de la chondrine. L'acide acétique, soit dilué, soit concentré, ne donnait pas de trouble, encore moins un précipité. La poudre d'os, sur laquelle ils ont expérimenté, provenait du fémur d'homme adulte. Schlossberger et de Bibra étaient arrivés au même résultat négatif en opérant sur le fémur d'une femme de vingt-cinq ans. Enfin, contrairement à leur attente, les auteurs du mémoire n'ont trouvé aucune matière albuminoïde dans les décoctions de la poudre d'os.

Anomalie par dualité de l'artère humérale, par E. FOLTZ, professeur d'anatomie à l'École préparatoire de médecine et de pharmacie et Lyon, etc. (Extrait du *Lyon médical.* Lyon, 1872.)

L'artère humérale double est une anomalie qui intéresse également l'anatomie pure et la pratique médicale. Son étude approfondie éclaire une théorie anatomique dont l'importance n'est pas suffisamment connue et appréciée; en même temps elle guide le chirurgien dans la prophylaxie et le traitement de lésions qui peuvent coûter à un blessé la perte d'un membre et même la vie.

La dualité de l'artère humérale est très-fréquente : Meckel, sur 12 cadavres, l'a trouvée 4 fois; sur 23 sujets injectés que j'ai examinés moi-même, je l'ai trouvée 6 fois; en tout, 10 sujets anormaux sur 35, environ 1 sur 3. Est-elle plus souvent bilatérale qu'unilatérale? Meckel l'a rencontrée 7 fois bilatérale sur 8; Dubreuil 3 fois sur 16; Parisot 1 fois sur 8; je l'ai trouvée 1 fois sur 6. Ces chiffres additionnés établissent qu'elle existe des deux côtés 12 fois sur 38 ou 1 fois sur 3. Des observations plus nombreuses sont sans doute encore nécessaires sur tous ces points, ainsi que sur la fréquence relative à droite et à gauche, etc.

« J'ai vu, dit M. Foltz, un très-grand nombre de fois cette anomalie. J'en ai encore actuellement sous les yeux 19 observations recueillies par mes élèves ou par moi-même, et dont les pièces sont déposées dans le Musée de l'École de médecine, ou dessinées dans l'atlas de la Société des conférences anato-

(1) J. Muller, *Physiologie*, II, p. 317.

miques. A ces faits, j'en ajoute 4 autres tirés de l'atlas de Bourgery, 4 de l'atlas de Dubreuil, 10 d'un mémoire de M. Parisot avec planches sur le même sujet, 3 décrits dans la quatrième édition de M. Cruveilhier et 1 décrit par Theile, dans l'*Encyclopédie anatomique.* Cela fait un total de 41 observations d'humérale double, dont j'aurais pu grossir le nombre, mais qui suffisent à mon but. »

La bifurcation qui produit la dualité de l'artère humérale peut se faire sur un point quelconque de la longueur du bras, depuis le pli du coude jusqu'au creux de l'aisselle. Le point le plus élevé où on l'ait observée jusqu'ici est à deux ou trois centimètres au-dessous de l'apophyse coracoïde. En partageant la hauteur du bras en trois parties, je trouve, sur 41 observations, que la bifurcation a lieu 3 fois au tiers inférieur, 13 fois au tiers moyen, et 25 fois au tiers supérieur; ainsi la bifurcation est d'autant plus fréquente qu'elle est plus élevée, résultat remarquable autant qu'imprévu et contraire à l'opinion reçue.

Les deux artères humérales, arrivées au pli du coude, se partagent l'émission des trois artères de l'avant-bras, la radiale, la cubitale et le tronc des interosseuses. Une humérale fournit isolément l'une des trois antibrachiales; l'autre humérale fournit les deux autres, en se bifurquant au pli du bras, jamais plus haut.

Cette bifurcation contraste singulièrement, par son siége constant au pli du coude, avec la première, qui donne les deux humérales et dont le siége, si variable, peut remonter jusqu'à l'aisselle. J'ai déjà signalé dans d'autres circonstances la haute valeur théorique et pratique de ce fait, sur lequel nous reviendrons.

La double artère humérale, en émettant les trois artères de l'avant-bras, forme quatre variétés bien distinctes qu'il importe au praticien de connaître et de distinguer :

1° *Variété huméro-radiale :* une humérale fournit isolément la radiale, l'autre fournit la cubitale et l'interosseuse.

2° *Variété huméro-cubitale :* une humérale fournit la cubitale, l'autre la radiale et l'interosseuse.

3° *Variété huméro-interosseuse :* une humérale donne l'interosseuse; l'autre la cubitale et la radiale.

4° *Variété humérale aberrante :* une humérale fournit les trois artères de l'avant-bras, comme à l'état normal, l'autre se jette dans l'une d'elles, soit dans la radiale, soit dans la cubitale, soit dans l'interosseuse. Il résulte de cette disposition remarquable que l'artère antibrachiale qui reçoit l'humérale aberrante (*vas aberrans*) a comme deux origines : une à l'extrémité de chaque artère humérale. Il peut enfin arriver que l'artère humérale, après s'être divisée, se recompose plus bas, comme Meckel et Blandin en ont vu des exemples.

Ces quatre variétés de dualité humérale ne sont pas également fréquentes : la première s'est rencotrée 17 fois, la seconde 9 fois, la troisième 6 fois et la

quatrième 9 fois. Dans cette dernière catégorie, qui comprend plusieurs sous-variétés, l'humérale aberrante se jette 6 fois dans la radiale, 2 fois dans la cubitale et 1 fois dans l'interosseuse. Ce dernier cas me paraît être l'interprétation véritable de l'observation de Theille.

On a prétendu que la cubitale provenait plus souvent de l'aisselle que la radiale ; or, la fréquence de la bifurcation humérale au creux de l'aisselle est relativement la même pour les trois artères antibrachiales, comme on peut le voir par les chiffres suivants : la bifurcation humérale avait lieu au tiers supérieur 9 fois sur 17 cas de variété huméro-radiale, 5 fois sur 9 cas de variété huméro-cubitale et 4 fois sur 6 cas de variété huméro-interosseuse.

Les deux humérales ont généralement un calibre inégal : la plus petite ne fournit qu'une artère à l'avant-bras, la plus grosse en fournit deux. Elles rampent du creux de l'aisselle au pli du coude, dans l'espace triangulaire formé en arrière par le brachial antérieur, en avant par le biceps et en dedans par l'aponévrose brachiale. Elles descendent parallèlement ou sous un angle aigu, ou bien elles se croisent en huit de chiffre, ce qui a lieu dans le tiers des cas. Superposées l'une au devant de l'autre, et séparées par le nerf médian, qui passe entre elles en les coupant obliquement, elles représentent une *humérale antérieure* et une *humérale postérieure*. La première est généralement plus flexueuse, et plus superficielle, c'est-à-dire sous-aponévrotique, rarement sous-cutanée ; elle donne naissance à la radiale ou à la cubitale isolément ou à toutes les deux à la fois, jamais à l'interosseuse. La seconde est plus droite, plus profondément placée derrière le nerf médian, où elle occupe la position et a les rapports d'une humérale normale, comme l'ont remarqué Blandin et Broca. Elle fournit l'interosseuse seule ou unie à l'une des deux autres branches antibrachiales. Au pli du bras, elles sont tantôt superposées l'une au devant de l'autre et tantôt écartées de quelques centimètres ; le nerf médian est entre elles, ou en dedans, jamais en dehors.

Théorie. — La plupart des auteurs ont cherché l'interprétation de l'anomalie en question dans une origine précoce des artères de l'avant-bras. Pour eux, c'est la radiale, la cubitale ou l'interosseuse qui naît plus haut que de coutume. Mais cette explication n'est pas d'accord avec les faits : 1° Nous avons vu par la statistique que la bifurcation de l'artère humérale a lieu plus souvent au tiers supérieur qu'au tiers moyen et surtout qu'au tiers inférieur ; or, une origine hâtive de la radiale ou de la cubitale aurait lieu plus fréquemment en bas, où elle serait plus rapprochée de l'origine normale. 2° Les vaisseaux aberrants sont bien des humérales aberrantes, puisque les antibrachiales dans lesquelles ils se jettent ont leur origine accoutumée au pli du bras. 3° Si les trois artères de l'avant-bras peuvent naître plus haut que de coutume, on doit trouver, dans certains cas, trois troncs artériels le long du bras. C'était en effet l'opinion de Meckel (1), disant que, dans certains cas, « la division de la brachiale en trois troncs s'opère dans le bras. » Dubreuil (2)

(1) *Journal complémentaire des sciences médicales*, t. III, p. 37.
(2) *Des anomalies artérielles*, p. 145.

dit de même : « Je place dans la première catégorie la division prématurée des vaisseaux en deux ou un plus grand nombre de branches formant soit la radiale, la cubitale ou le tronc des interosseuses. » M. Broca (1) n'est pas moins explicite, lorsqu'il dit : « On conçoit de même que deux de ces vaisseaux puissent naître d'une manière prématurée ; alors encore l'artère principale, plus petite mais cependant normale, descend jusqu'au coude, où elle se termine en donnant seulement la troisième artère de l'avant-bras. » Si l'humérale double est commune, l'humérale triple n'existe pas. Ce qui nous oblige à rejeter la théorie des origines précoces, qui ne peut l'expliquer.

M. Foltz pense avoir depuis longtemps montré que la dualité de l'artère humérale se rattache à la théorie de la dualité de l'organisme dans ses trois dimensions, largeur, longueur, épaisseur. L'économie animale, d'après lui, se divise en deux moitiés latérales, deux moitiés supéro-inférieures et deux moitiés antéro-postérieures. Il y a une humérale *droite* et une *gauche*; une humérale *supérieure* et une *inférieure* qui porte le nom de fémorale ; enfin une humérale *antérieure* et une *postérieure*, qui sont les deux vaisseaux anormaux dont il s'agit.

Le nom d'humérale *antérieure*, qu'il attribue à l'une d'elles se justifie par sa position plus superficielle et par cette circonstance qu'elle ne donne jamais naissance qu'aux artères de la face antérieure de l'avant-bras, c'est-à-dire à la radiale et à la cubitale. Celui d'humérale *postérieure* qu'il attribue à l'autre est également justifié par sa position plus profonde et parce qu'elle donne toujours naissance au tronc des interosseuses, qui sont les artères de la face postérieure de l'avant-bras. D'ailleurs l'humérale antérieure et l'humérale postérieure ne sont pas plus normales l'une que l'autre : ce n'est pas une artère qui se surajoute à une autre, mais une artère qui se divise ; ce n'est pas une duplication, mais un dédoublement de l'artère humérale.

CONCLUSIONS. — 1° L'artère humérale double est une anomalie fréquente : elle affecte près de 1 sujet sur 3.

2° Elle présente 4 variétés fondamentales qui doivent être connues du praticien.

3° Elle se lie, suivant l'auteur, à la loi de la dualité de l'organisme dans ses trois dimensions : c'est une dérivation de la dualité antéro-postérieure dans laquelle l'artère humérale se dédoublerait en humérale antérieure et en humérale postérieure.

4° Avant toute opération sur le bras et particulièrement la saignée, il importe d'examiner attentivement s'il existe deux artères humérales.

5° Si, pour arrêter une hémorrhagie ou traiter un anévrysme, on a recours à la compression digitale indirecte, il est plus sûr de la pratiquer au-dessus de la clavicule qu'à la partie interne du bras.

6° Si, pour un anévrysme traumatique ou spontané d'un bras à double

(1) *Réflexions sur les anomalies artérielles du membre thoracique*, 1849. In *Bulletin de la Société anatomique.*

artère humérale, une seule ligature est reconnue insuffisante, on en pratique une seconde par l'un des deux procédés décrits, que le siége de la lésion indiquera, à défaut d'un diagnostic précis de la variété anomale.

7° Si l'anévrysme siége le long du bras, la ligature d'une seule humérale au-dessus et au-dessous de la tumeur sera la règle.

8° S'il siége au pli du coude, la règle sera de lier les deux humérales au-dessus de la tumeur.

Note sur les nerfs de la perception du violet, par W. Preyer (*Central blatt fur die Med. Wissen.*, 24 fév. 1872).

On comprend que pour résoudre la question de savoir si, dans le sens de la théorie des couleurs de Young et Helmholtz c'est le Bleu ou le Violet qui est la couleur fondamentale, on puisse se servir d'une personne qui ne serait privée de la perception du Vert que d'un seul œil et qui aurait avec l'autre œil une vue normale des couleurs. En effet, un œil contrôlerait alors l'autre en servant à dénommer la sensation du premier.

Un cas d'une semblable absence monoculaire de perception du Vert, a été récemment publié dans les Archives d'ophthlamologie (*Archiv. f. Opth.*), par M. Woinow, de Moscou.

Madame J..., âgée de trente et un ans, remarqua en 1862 qu'elle voyait autrement les couleurs avec l'œil droit qu'avec l'œil gauche. L'essai avec les disques de Maxwell montra que l'œil gauche voyait totalement les couleurs et que le droit était complétement privé de la perception du Vert. J'engageai aussitôt M. Woinow à faire rechercher par la patiente si elle voyait le Bleu et le Violet du spectre bleu ou violet. Les deux malades affectés d'absence binoculaire de perception du Vert observés par moi en 1868 (*Arch. f. d. ges. Physiol.*) nommaient le Bleu et le Violet toujours bleu. Mais si le Bleu n'est produit que par l'excitation simultanée des organes terminaux de la rétine aptes à percevoir le Jaune et le Violet, ils doivent naturellement percevoir le Bleu comme violet et ne point reconnaître le Bleu comme bleu. Le Bleu est-il au contraire la couleur fondamentale, l'œil privé de la perception du Vert devra reconnaître le Bleu spectral comme tel. La réponse que je sollicitais de la bienveillance de M. Woinow, fut celle-ci :

Le Bleu et le Violet du spectre sont distingués qualitativement par l'œil privé de la perception du Vert, le Violet paraît seulement beaucoup « plus beau, plus brillant » que le Bleu. Les deux couleurs sont pour l'œil privé de la perception du Vert « lilas » avec une pointe de « rose. » L'œil gauche distingue bien le Bleu et le Violet. La malade sait aussi ce qu'est le « Lilas. »

D'après cela, le Violet est la troisième couleur fondamentale, comme Young l'avait prétendu et comme Helmholtz a montré dans ces derniers temps qu'il en était ainsi, selon toute vraisemblance.

Recherches sur les propriétés physiologiques et les métamorphoses des cyanates dans l'organisme, par MM. RABUTEAU et MASSUL (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1872, tome LXXIV, in-4°).

On sait, d'après les recherches de l'un de nous (1), que les chlorates ne subissent aucune réduction dans l'organisme, que les bromates s'y réduisent difficilement, que les iodates s'y réduisent tous avec la plus grande facilité; de sorte qu'on retrouve des iodures dans les urines des personnes qui ont pris ces derniers composés, ainsi que dans celles des animaux auxquels on les a administrés, ou dans le sang desquels on les a injectés.

Il était intéressant de savoir ce que devenaient les cyanates dans l'économie. On pouvait se demander, d'abord, si ces composés étaient toxiques, puis s'ils se réduisaient en se transformant en cyanures, ou s'ils subissaient dans l'organisme la décomposition qu'ils éprouvent au contact de l'eau.

Nos recherches, qui ont porté sur les cyanates de potasse et de soude, prouvent : 1° que ces sels ne sont pas toxiques, comme on aurait pu le présumer; 2° qu'ils donnent naissance dans l'économie à des carbonates alcalins.

Quand on porte en une fois, dans l'estomac des chiens, des doses assez fortes de cyanate de potasse, 3 grammes par exemple, on constate que la santé de ces animaux continue d'être parfaite comme auparavant; de plus, leurs urines présentent bientôt une réaction fortement alcaline, elles font même effervescence avec les acides. L'injection de 25 centigrammes de ce sel dans les veines d'un chien de petite taille, a rendu les urines de cet animal légèrement alcalines; quinze heures après l'injection, elles étaient encore presque neutres. Le cyanate de potasse, injecté dans le sang, chez les chiens, à la dose de 1 gramme, produit la mort; mais ce sel ne tue pas alors, parce que c'est un composé cyanique ; il agit comme sel de potassium, de la même manière que le sulfate, le chlorure, le bicarbonate de potassium qui, injectés dans le torrent circulatoire à la dose de 1 gramme, produisent une mort foudroyante en arrêtant le cœur.

Le cyanite de soude peut être injecté impunément chez un chien à la dose de 1 gramme, parce que les sels de sodium sont, pour ainsi dire, inoffensifs comparativement aux sels de potassium. Les urines deviennent alors franchement alcalines.

Les cyanates de potasse et de soude donnent, par conséquent, naissance dans l'organisme à des carbonates de potasse et de soude. Nous n'avons pu retrouver, dans les urines, du carbonate d'ammoniaque, qui doit se produire également dans la décomposition des cyanates. Ce résultat négatif est con-

(1) *Mémoires et comptes rendus de la Société de biologie*. 1868 et 1869.

forme aux recherches de l'un de nous (1), qui a reconnu que le sesqui-carbonate d'ammoniaque, pris même à la dose de 5 grammes en un jour, ne rend pas les urines alcalines, car il se transforme partiellement en chlorure d'ammoniaque dans l'estomac, et la portion de ce sel qui a été absorbée se transforme en d'autres produits (azotate, d'après Bence Jones, ou plutôt phosphate, d'après M. Rabuteau).

Il résulte de ces recherches qu'administrer des cyanates alcalins, c'est administrer des carbonates alcalins, comme lorsqu'on prescrit des acétates, des lactates, des tartrates, etc. de potasse ou de soude.

L'urée ingérée dans l'estomac, ou injectée dans le sang, se retrouve en nature dans les urines. D'après ces données, il est probable que le cyanate d'ammoniaque, qui est isomère avec l'urée, ne se transformerait pas en ce principe, mais en carbonate d'ammoniaque dans l'organisme.

Nos recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de médecine.

(1) *Gazette hebdomadaire*. 1871, n° 46.

L'achèvement des planches IX, X, XI et XII étant retardé par une maladie du graveur, elles ne paraîtront que dans un des prochains numéros avec le travail correspondant.

IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

MÉMOIRE

SUR UN

NOUVEL ACARIEN PSORIQUE

DU GENRE **SYMBIOTÉ**

Par M. J. P. MÉGNIN

Vétérinaire militaire.

(Planches IX, X, XI et XII)

La famille des Sarcoptides (Sundewal, 1833, Gervais et van Beneden, etc.) comprend des Acariens qui peuvent être répartis en trois groupes, suivant leur habitat : 1° les *Acariens psoriques*, cause des différentes variétés de gale; 2° les *Sarcoptides avicoles* (Ch. Robin) qui vivent dans les plumes des oiseaux; 3° les *Sarcoptides détriticoles* qui vivént dans les matières mortes animales ou végétales. Le premier groupe comprend les genres Sarcopte, Psoropte, Symbiote; c'est dans ce dernier genre que se place l'acarien nouveau dont nous avons à parler.

Le genre Symbiote a été créé par Gerlach (1) pour un acarien psorique déjà étudié par Héring sous le nom de *Sarcoptes bovis* (2); cette création était parfaitement justifiée par la différence que présente cet Acarien avec ceux du genre *Sarcopte*, du genre *Psoropte* qu'il appelle *Dermatodecte*. Plus tard, Delafond (3) qui ne connaissait pas alors les travaux de Gerlach, ayant trouvé le même acarien sur la chèvre, et croyant lui reconnaître les caractères des *Sarcoptes* combinés avec ceux des *Dermatodectes* de Gerlach, le nomma d'abord *Sarcoptes capræ*, puis *Sarcodermatodecte*. M. Gervais créa pour lui le genre *Chorioptes* (4), et Fürstenberg vint augmenter la confusion (5) en nommant le même acarien *Dermatophage*. M. Robin a fait une œuvre de

(1) Gerlach, *Krätze und Raude*. Berlin, 1857, in-8.
(2) Hering, *Die Krätzmilben der Thiere*... Bonn et Wratisl. 1838.
(3) Delafond, *Gazette médicale*. Paris, 1857, p. 105 et suiv.
(4) Gervais et van Beneden, *Zoologie médicale*. Paris, 1859.
(5) Fürstenberg, *Die Krätzmilben der Menschen und Thiere*. Leipzig, 1861.

justice en lui rendant son nom primitif de Symbiote. (*Dict. d'hist. naturelle*, de d'Orbigny, 2e édition. Paris, 1869, article SYMBIOTE.)

CARACTÈRE TAXINOMIQUE DU GENRE SYMBIOTE.

GENRE Symbiotes (Gerlach).

Corps ovalaire, obtus aux deux bouts, lobé postérieurement chez le mâle, convexe en dessus, plat en dessous, marqué de stries sinueuses fines et symétriques, dépassé en avant par un rostre mobile, dépourvu de joues, conique, aussi large que long et pourvu de palpes à trois articles dont les deux derniers sont complétement libres d'adhérences; mandibules épaisses, courtes, en pince didactile fortement dentées. Pattes épaisses et grandes, tarses pourvus de forts crochets et d'une ventouse énorme en forme de cloche, articulée sur un pédicule simple et court. Vulve transversale sous le 3e anneau céphalo-thoracique, organe mâle complexe entre les dernières pattes, anus marginal.

Jusqu'ici on ne connaissait qu'une seule espèce de Symbiote vivant sur le bœuf et le cheval (Fürstenberg), sur la chèvre (Delafond) et nous ajouterons sur le chien (Nicolet), car nous nous rappelons avoir vu, dans la collection des vélins du Muséum, le dessin supérieurement exécuté d'un symbiote femelle avec cette annotation : « Trouvé dans l'oreille malade d'un chien. »

Voici les caractères que donne Fürstenberg du Symbiote trouvé en Allemagne sur le bœuf et le cheval et qui jusqu'ici n'a pas encore été rencontré en France sur ces animaux :

« Corps ovoïde, dépression sur les bords latéraux, téguments à fins sillons, dos assez voûté, surmonté de deux longues soies scapulaires et de plusieurs poils; face abdominale médiocrement proéminente vers le bas, tête (?) et tronc distinctement délimités, tête courte, conique, plus large que longue, mâchoires (!) supérieure et inférieure courtes, arrondies, divisées en deux moitiés égales; les deux palpes situés à la face externe des mâchoires à trois articles, le terminal surmonté de trois poils. Huit pattes à cinq articles, les deux premières émergeant du bord antérieur du corps, également longues chez les deux sexes, et pourvues de

longues soies, à l'article terminal un pédicule de longueur moyenne non articulé, et auquel s'attache une forte ventouse ayant la forme d'une cloche. La troisième et la quatrième paires, situées sur les bords latéraux, de longueur inégale chez les deux sexes; la troisième paire de la femelle courte, portant deux longues soies à l'extrémité ; la quatrième se termine par une ventouse pédiculée ; chez le mâle, la troisième égale en longueur et en développement les deux premières paires ; le dernier article porte une ventouse et une longue soie ; la quatrième est très-petite et porte aussi une ventouse. Epimères de la première paire séparés, ceux de la troisième et de la quatrième paires réunis, chez le mâle, par une courte strie de chitine ; chaque épimère solidement fixé à une clavicule. Mâle reconnaissable à deux prolongements surmontés de soies. Larves à six pattes. »

Au printemps de l'année 1870, nous avons eu occasion d'étudier, à Saint-Mihiel (Meuse), sur un jeune cheval de quatre ans, une gale causée par un acarien, évidemment du genre Symbiote, mais présentant certains caractères qui le distinguent tellement de celui décrit et figuré par Gerlach, Delafond et Fürstenberg que nous nous croyons autorisé à le regarder comme une espèce entièrement nouvelle, inconnue jusqu'à présent. Voici les caractères taxinomiques de cet acarien, que nous proposons de nommer :

Symbiotes spathiferus (Mégnin).

Symbiote à rostre peu caché par l'épistome, à soies des palpes très-courtes. Céphalo-thorax à segments peu distincts portant sur sa face supérieure, sur la ligne médiane, une bande chitineuse grenue, s'élargissant en arrière et s'étendant jusque près de la ligne de démarcation du quatrième segment ; deux petites lignes de même substance à la naissance des premières pattes. Au sommet du triangle formé de chaque côté par le troisième anneau, large papille chitineuse circulaire percée d'une ouverture en demi-lune au pied du long poil qu'elle porte ; quatre autres paires de poils dorsaux très-petits ; une autre paire de poils sur les côtés du corps à la naissance de la troisième paire de pattes,

trois paires de petits poils sous le thorax entre les épimères des pattes et une paire de poils accompagnés de deux fins stylets de chaque côté de l'anus. Epimères des membres antérieurs libres.

Femelle ovigère. — Longue de quatre à cinq dixièmes de millimètre, large de deux à trois, couleur générale blanc nacré, avec les pièces en chitine de couleur jaune brunâtre; vulve transversale sous le troisième anneau thoracique formant une ligne droite fortement plissée et ayant chaque lèvre accompagnée d'une paire d'épimérites en chitine formant par leur ensemble deux figures concentriques en forme de lyre renversée. Les épimères des pattes antérieures sont élargis en dehors par de petits plastrons de chitine grenue ; les épimères des pattes postérieures libres; la troisième paire de ces pattes terminée par deux longues soies, la quatrième par une ventouse pédiculée et une soie. (Pl. XI, fig. 3.)

Femelle impubère. — Longue de trois dixièmes de millimètre, large de deux, absence complète de vulve sous-thoracique. Anus très-grand, en fente longitudinale sous-abdominale, bordé de bandes de chitine, ce qui n'existe pas aux autres âges ni à l'autre sexe. De chaque côté de l'anus, mais sur la face dorsale, deux tubercules hémisphériques saillants servant à l'accouplement. Les quatre pattes postérieures sont *toutes* incomplètes. Celles de la troisième paire sont terminées chacune par deux soies; celles de la quatrième paire manquent de ventouse. (fig. 1 et 2.)

Mâle. — Long de trois dixièmes et demi de millimètre sur un tiers de moins en largeur, gris roussâtre; organe génital complexe, entre les pattes postérieures, accompagné d'une paire de ventouses en chitine, en forme de gobelets, destinées à l'accouplement. Quatre paires de pattes complètes, c'est-à-dire toutes munies de ventouses, fortes, longues, à l'exception de la quatrième qui est rudimentaire; lobes abdominaux rectangulaires portant à leur extrémité, outre un long poil, un faisceau de trois poils collés à leur base, composé d'un poil ordinaire effilé et de deux autres élargis en mince membrane spathiforme. Notogastre recouvert d'un large plastron trapézoïdal en chitine grenue. (Pl. IX et X., fig. 1.)

Œuf ovoïde, long de $0^{mm},20$ environ sur $0^{mm},12$ de large.

Larve hexapode longue de $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$ ayant, comme celles des Sarcoptes et des Psoroptes, la dernière paire terminée par deux longs poils. (Pl. IX, fig. 4.)

Nymphe octopode, semblable à la jeune femelle pubère dont elle ne diffère que par l'absence des tubercules copulateurs et par une plus petite taille.

Habite sur le cheval en société très-nombreuse qui émigre et se déplace difficilement; ce qui fait que la gale que cet acarien détermine est peu contagieuse et s'étend très-lentement. Les parties du corps du cheval que ce parasite affectionne sont les membres et les parties inférieures du tronc.

Les *caractères différentiels* qui séparent d'une manière tranchée notre nouveau Symbiote du *Symbiotes bovis* ou *equi*, de Gerlach (*Dermatophagus*, de Fürstenberg, *Sarco-Dermatodecte*, de Delafond), autant du moins qu'on peut en juger par les descriptions et les dessins plus ou moins imparfaits de ces différents auteurs, sont les suivants :

1° Dans l'espèce ancienne, les poils des lobes abdominaux du mâle sont simples et rangés uniformément à l'extrémité de chaque lobe; dans l'espèce nouvelle ils forment deux faisceaux dont l'un, le plus externe, est composé d'un seul poil, le plus gros de tous, l'autre de trois poils collés sur une certaine étendue dont deux sont élargis en membrane spathiforme foliacée très-mince, qui disparaît à la longue dans le baume du Canada. (Pl. X, fig. 2.)

2° Ce même mâle de la nouvelle espèce a le notogastre en grande partie couvert par un plastron de chitine grenue, de forme trapézoïdale, dont il n'est nullement question dans celui de l'ancienne espèce.

3° Le même animal porte au tarse de la troisième paire de pattes un petit crochet bifide, pédiculé, qui longe le pédicule de la ventouse et qui est tout à fait l'analogue de celui que présente le Psoropte mâle au même endroit, tandis que d'après les figures de Fürstenberg, le *Symbiotes bovis* porte au tarse du même membre deux crochets sessiles indépendants.

Enfin, la femelle et les autres âges diffèrent du sexe et des âges correspondants de l'espèce ancienne par les plaques gre-

nues de l'épistome et du céphalo-thorax, qu'on n'a jamais décrites ni figurées sur cette dernière.

Malgré ces différences, nous ne serions pas étonné que notre *Symbiote spathifère* fût le même que le *Symbiotes equi* de Gerlach, qui n'aurait pas saisi les caractères qui en font une espèce distincte de son *Symbiotes bovis*. Il en fait bien deux espèces qu'il distingue par leur habitat, ce qui n'est pas un caractère spécifique; et dans les dessins imparfaits qu'il en donne on voit que l'un a les lobes abdominaux coupés carrément et l'autre arrondis, ce qui tendrait à nous faire croire qu'il a vu le même Symbiote que nous, mais trop imparfaitement pour pouvoir en donner les véritables caractères.

REMARQUES ANATOMIQUES SUR LES ORGANES EXTÉRIEURS DES SYMBIOTES.

A. Rostre.

Il est conique, aussi large que long, légèrement incurvé d'un côté à l'autre en dessous, bombé en dessus et pointu en avant. (Pl. XII, fig. 1 à 5.) Il est constitué par les mêmes parties que chez les autres Sarcoptides et même chez tous les Acariens, c'est-à-dire qu'on y rencontre une paire de mâchoires, une paire de palpes maxillaires, une lèvre avec des rudiments de palpes labiaux et un paire de mandibules.

1° *Mâchoires*.— Elles sont constituées par deux pièces épaisses en forme de point d'interrogation (~) couché, soudées par la pointe sur la ligne médiane, inermes, immobiles et adhérentes au large *menton* échancré angulairement qui forme la base de la tête.

2° *Palpes*. — Ils sont placés de chaque côté du rostre, volumineux, cylindriques, formés de trois articles robustes diminuant de diamètre du premier au dernier. Le premier, le plus volumineux, s'articule par continuité à la mâchoire ; dans le reste de son étendue, son bord interne adhère à la lèvre, son bord externe est arrondi, sa face inférieure porte un petit poil qui remonte vers le deuxième article. Le deuxième article est d'un diamètre moindre et un peu plus court que le premier, avec lequel il s'articule;

il porte deux poils près de son bord externe, l'un à sa face inférieure, l'autre à sa face supérieure; il longe la lèvre, dont il couvre même le bord, mais il en est tout à fait indépendant. Le troisième article, plus petit en tous sens que le deuxième, est coiffé à son extrémité par une membrane hémisphérique qui disparaît par la dessiccation pour laisser à nu une pointe assez aiguë qui n'est que le prolongement du bord interne; cette membrane paraît être le pendant des joues des Sarcoptes absentes chez les Symbiotes, et, lorsqu'elle est gonflée, elle rappelle la vessie céphalique dont certains diptères, les œstres, par exemple, sont munis pour faire éclater leur coque de nymphe; c'est peut-être aussi un organe de refoulement. Dans le repos le troisième article des palpes repose sur la lèvre, à côté de la pointe de la mandibule correspondante qui la dépasse un peu.

3° *Lèvre.* — Elle est transparente, assez colorée, mince, membraneuse, adhérente à sa base en arrière avec les mâchoires et sur les côtés avec le premier article des palpes. Elle présente sur la ligne médiane la languette (pl. XII, fig. 3) en forme de fer de lance. Le bord libre de la lèvre est découpé en quatre lobes arrondis par trois incisions dont la médiane est la plus profonde. Sur ses côtés libres, recouverts par les articles libres des palpes, elle est bordée par une pièce épaisse longue, terminée en pointe, paraissant formée de deux articles et qui nous semble être un palpe labial. Sur sa face inférieure, près des mâchoires, la lèvre porte une paire de poils assez longs qui se dirigent en dehors.

Mandibules. — Elles reposent sur la face supérieure de la lèvre; elles sont coniques, aplaties à leur face interne par laquelle elles se touchent (pl. XII, fig. 2); leur base est renflée, arrondie, adhérente au fond du camérostome par des muscles qui pénètrent dans leur centre; leur bord supérieur est recto-convexe (pl. XII, fig. 4) et continu avec l'onglet supérieur; celui-ci porte trois dents aiguës; l'onglet inférieur est mobile, articulé avec la mandibule par son extrémité postérieure qui est élargie pour donner insertion à de forts muscles contenus dans la mandibule. Il porte trois dents en crocs semblables à celles de l'onglet supérieur. (Pl. IX, fig. 7 et 8.)

La forme, les dimensions relatives de ces pièces diffèrent assez, comme on le voit, de ce que l'on observe chez les Psoroptes et les Sarcoptes; ils se rapprochent plus, sous ce rapport, des Glycyphages et des Tyroglyphes, mais c'est avec les Sarcoptides avicoles qu'ils ont le plus d'analogie.

B. Anus.

L'*anus* est longitudinal et tout à fait marginal chez les deux sexes. Chez les nymphes pubères que l'on trouve accouplées, il est remarquablement plus grand, plus abdominal que dans les autres âges, et surtout chez le mâle, où il n'est constitué que par une ouverture en infundibulum entre les deux lobes abdominaux, recouverte en dessus par une plaque ovale de chitine très-épaisse et très-foncée. (Pl. IX, fig. 3, et pl. XI, fig. 1.) Chez les nymphes et chez les femelles pubères et ovigères, l'anus est accompagné de deux poils assez longs marginaux, et de deux autres petits poils près de la commissure supérieure et près de la commissure inférieure.

C. Organes génitaux.

Organe mâle. — Il est tout à fait libre entre les pattes postérieures et manque de *Sternite*; il est composé de plusieurs éléments très-distincts : 1° une plaque en demi-lune renversée (pl. X, fig. 1 et fig. 4), inscrite entre deux paires de poils, portant deux paires de petits crochets, et au centre un dessin ogival rappelant en petit l'*épisternite* des Sarcoptes;

2° Un pénis (fig. 5) cylindrique qui semble tout à fait séparé de la plaque précédente, mais qui y est relié par un stylet, sorte de canal déférent visible surtout sur les animaux vivants ou encore frais, et qui est peut-être le vrai pénis, dont le premier ne serait que le conducteur; ce conducteur est un cylindre de chitine échancré à son extrémité, qui est munie de deux petits crochets dirigés en dehors; il est situé en avant de l'ouverture anale, qu'il masque en partie, comme la pièce ovalaire postérieure. On voit, sur les individus frais, que ce cylindre est continu avec un tube membraneux qui s'ouvre dans un sac quadrilobé, vésiculaire, lequel est peut-être un organe testiculaire

ou prostatique; à moins que ce ne soit un organe aspirateur communiquant avec les ventouses copulatrices par un conduit que nous n'aurions pas aperçu ;

3° Une paire de *ventouses copulatrices*, placées de chaque côté de la base du pénis et composées essentiellement d'une cupule de chitine dont le fond communique avec un tube aspirateur par *neuf* petits trous; cet appareil est contenu dans un manchon membraneux rétractile et mobile sur sa base (pl. X, fig. 3);

4° Les *lobes abdominaux* ou *caudaux*, dont le squelette s'articule avec le plastron notogastrique, sont certainement des accessoires des organes génitaux mâles, puisqu'ils sont un caractère de son sexe. Ce sont probablement des organes de titillation aussi bien que les poils simples ou spathiformes qu'ils portent.

Organe femelle. — La *vulve* se voit sous le troisième anneau céphalo-thoracique; c'est une fente transversale rectiligne à lèvres fortement plissées, à commissures légèrement incurvées en arrière. Chaque lèvre a une charpente composée : l'inférieure, ou mieux la postérieure, d'une paire d'épimérites en forme de branche d'accolade, rappelant les os marsupiaux (pl. XI, fig. 3); les épimérites de la lèvre supérieure sont adhérents aux épimères de la deuxième paire de pattes; enfin, profondément, se voient encore deux épimérites libres et petits paraissant appartenir encore à la lèvre supérieure ou antérieure. La vulve ne se voit que chez les femelles ovigères, c'est-à-dire prêtes à pondre, et malgré l'opinion émise encore récemment par Fürstenberg, qui prétend que la ponte se fait par l'anus chez les Sarcoptides, c'est bien la seule et véritable voie pour la sortie des œufs. Notre figure 3, prise sur nature, nous montre bien l'œuf situé tout à fait en dehors du rectum et nullement disposé pour s'échapper par cette voie. Mais si la vulve que nous venons de décrire est la véritable vulve d'*accouchement*, est-elle aussi la vulve d'*accouplement?* Nous avons ici à faire les mêmes remarques que M. Robin a déjà faites pour les Sarcoptides avicoles (1), où l'accouplement se fait de la même

(1) Mémoire sur les *Sarcoptides avicoles* (*Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, 1868, n° 16, p. 776 et suiv.).

manière. (Pl. IX, fig. 5.) Les deux individus accouplés se tiennent l'un à l'autre par l'extrémité postérieure de leurs corps, de manière que la tête de l'un soit dirigée en sens inverse de l'autre ; sur la face dorsale de l'arrière du notogastre, le mâle applique la face inférieure de son abdomen, de manière que ses deux ventouses copulatrices emboîtent les tubercules correspondants de la femelle et y adhèrent intimement. Les deux sexes ont le dos tourné du même côté, et l'un des deux individus traîne l'autre derrière lui. Ici, c'est le mâle qui entraîne la femelle; chez les Sarcoptides avicoles, c'est l'inverse. Est-ce que dans cette position le mâle attend réellement que la jeune femelle, privée tout à fait de vulve sous-thoracique et encore nymphe, même par les membres, ait acquis sa dernière forme pour opérer l'acte de la copulation? Nous ne le croyons pas; dans ces petits êtres, où les organes se montrent en quelque sorte au fur et à mesure des besoins, il y a une vulve spéciale pour l'accouplement, c'est cette longue fente anale qui ne se voit avec ces dimensions et sa bordure en chitine qu'à cet âge. Nous avons recueilli beaucoup de femelles accouplées, mais nous n'avons jamais vu sur aucune un travail préparatoire ou effectif de mue; nous avons au contraire souvent trouvé de jeunes femelles en liberté portant des traces de leurs mamelons copulateurs en voie d'atrophie, ce qui indiquait qu'elles s'étaient détachées du mâle et que l'acte de la copulation était terminé, et pourtant elles n'avaient pas plus de vulve sous-thoracique qu'avant. Ce qui vient encore à l'appui de notre opinion, c'est que, ainsi que l'a observé M. Robin, on voit les femelles avec des œufs dans l'abdomen chez les Cheylètes, les Sarcoptes, longtemps avant qu'apparaisse la vulve sous-thoracique.

D. Squelette.

Il est constitué des mêmes pièces que chez les autres Sarcoptides, mais sous le rapport de l'arrangement et de la disposition des parties, il se rapproche à la fois de celui des Psoroptes et des Sarcoptides avicoles.

Les épimères de toutes les pattes sont entièrement libres, à

l'exception de ceux de la quatrième paire du mâle, qui sont conjugués avec ceux de la troisième. (Pl. XI, fig. 1.) Chez la femelle ovigère les épimères antérieurs sont élargis, surtout à leur base, par un raccord de tégument chitineux grenu analogue à celui des plastrons. Les épimères s'articulent à la hanche de la même manière que chez tous les autres Sarcoptides.

1° La *hanche* ou *rotule* est un court cylindre coupé obliquement, réduit à presque rien extérieurement et portant un poil dans sa partie la plus large (pl. XII, fig. 5, 1);

2° L'*exinguinal* ou *trochanter* est une pièce allongée, tubuleuse, coupée obliquement à sa base en sens inverse de la hanche avec laquelle elle s'articule (2). Cet article porte un poil près de son bord extérieur;

3° Le *fémoral* ou *cuisse* (3) est une pièce tubuleuse coupée horizontalement à sa base, un peu obliquement et élargie en goulot à son autre extrémité; cet article porte deux poils, un supérieur accompagné d'un petit aiguillon, un inférieur;

4° La *jambe* (4) est une pièce qui ressemble beaucoup à la précédente, elle est seulement un peu plus petite et porte trois poils, deux supérieurs, un inférieur;

5° Le *tarse* (5) est plus mince, plus allongé; il porte un grand nombre d'appendices : *aux pattes antérieures* il porte cinq poils effilés dont deux assez longs, insérés près de son extrémité, et deux poils courts et mousses; tout à fait au bout un fort crochet répété un peu en arrière par un très-petit crochet rudimentaire. Enfin, à côté de la base du crochet émerge le pédicule de la ventouse, cylindre tubuleux simple, renflé au bout, et dépassant de très-peu le crochet ci-dessus; sur l'extrémité renflée de ce pédicule est insérée la ventouse sous forme de grosse cloche épanouie, au centre de laquelle vient s'ouvrir le tube du pédicule au milieu d'une pièce de chitine étoilée qui sert de centre à quatre nervures interrompues de la ventouse (*v*). Les *pattes postérieures* sont dépourvues de crochets et la troisième de ventouses chez la femelle (voy. pl. XI); sur le mâle le crochet terminal est remplacé, dans la troisième paire (pl. X, fig. 1), par une pointe droite accompagnée par un crochet bifide, pédiculé, qui longe le pédi-

cule de la ventouse ; le tarse de la deuxième paire, qui est très-courte, porte aussi une ventouse, mais sans pointe ni crochet.

Enfin, les lobes abdominaux ont un squelette particulier, composé d'une sorte d'épimérite soudé qui s'articule avec le plastron notogastrique du mâle et soutient les papilles des longs poils de cet organe.

E. Peau et appendices.

La peau est assez épaisse, transparente, et recouvre le corps et les pattes, mais ici elle n'est distincte qu'aux articulations. Elle est finement et symétriquement striée sur toutes les parties du tronc que ne couvrent pas les plastrons. Les intersections de ces stries marquent assez bien les divisions céphalo-thoraciques. La peau porte les poils et est transformée en plastrons grenus sur quelques points.

1° *Poils.* — A la face dorsale on en compte cinq paires : quatre de très-petits poils symétriquement placés, la première sur le deuxième anneau, la deuxième et la troisième sur le quatrième anneau, et la dernière sur le notogastre. La paire la plus remarquable par sa grandeur et probablement par son usage, est insérée près de la première paire de petits poils sur une large papille placée dans un petit triangle laissé libre à l'intersection des lignes qui séparent les deuxième, troisième et quatrième anneau céphalo-thoracique. Sur la plaque circulaire qui porte ce poil et à sa base se remarque une petite ouverture en demi-lune sur laquelle nous reviendrons. (Pl. IX, fig. 9.)

Sur les bords latéraux du corps une paire de poils est insérée à côté de la hanche de la troisième paire de pattes.

Sur la face inférieure on compte dix paires de poils chez la femelle ovigère, et huit seulement chez le mâle. Les paires de poils que les deux sexes ont en commun sont : deux paires entre les épimères des pattes antérieures, deux paires entre les épimères des pattes postérieures, une paire abdominale et une paire anale ; la femelle a en outre quatre paires de poils sur ou à côté des épimérites vulvaires, et le mâle deux paires de poils aux angles et à la circonférence de sa plaque pénienne.

2° *Plastrons en chitine grenue.* — A tous les âges et sur les deux sexes, sur la ligne médiane de la face supérieure du céphalothorax s'étend jusque près de la limite du quatrième anneau une bande chitineuse grenue s'élargissant en arrière; à la naissance de la première paire de pattes on remarque deux petits coins de même substance. La femelle adulte porte en plus, le long et en dehors des épimères antérieurs, des coins granuleux qui les élargissent. Le mâle a le notogastre presque entièrement couvert d'un large plastron trapézoïdal dont la moitié est représentée pl. X, fig. 2.

REMARQUES SUR LES ORGANES INTERNES DES SYMBIOTES.

Organes digestifs. — Sur les Symbiotes vivants, on voit dans l'intérieur du corps, et d'une manière manifeste, un espace ou sac réniforme rempli de globules de différents diamètres, quelques-uns très-grands et légèrement teintés en jaune dont la masse est agitée d'un mouvement fluctuant de droite à gauche et de gauche à droite très-perceptible. Nous avions déjà remarqué le même phénomène en étudiant les glycyphages des fourrages altérés, et sur ceux-ci il était d'autant plus manifeste que la masse des globules était verte, tandis que le reste du liquide du corps était blanc, tenant en suspension des globules beaucoup plus ténus. Chez les Symbiotes aussi on remarque, en dehors du sac réniforme, un liquide blanc tenant en suspension de fins globules et contenu dans un sac circonscrivant le premier et envoyant des culs-de-sac dans tous les membres et organes creux. Beaucoup d'auteurs, Fürstenberg entre autres, ont pris ces culs-de-sac pour une dépendance de l'estomac ; nous pensons, nous, que l'estomac est borné au sac réniforme ci-dessus signalé, et ce qui le prouve, c'est qu'avec un peu d'attention et en suivant le mouvement des liquides et des excréments, on peut suivre le trajet de tout l'appareil digestif, comme nous l'avons représenté pl. XII, fig. 4 : en *b* est le pharynx, en *c* l'œsophage, *d* l'estomac, *eg* le rectum, sur le trajet duquel on remarque en *f* une pelote stercorale et en *e* une autre pelote en formation.

L'appareil circulatoire est constitué pour nous par le sac contenant un liquide à fines granulatious qui envoie des prolongements en culs-de-sac dans tous les membres. Ce liquide est évidemment le résultat d'une filtration à travers les parois de l'estomac; il n'est doué d'aucun mouvement, à l'exception pourtant de celui des culs-de-sac, où l'on voit quelquefois une fluctuation indépendante de celle de l'estomac et qui est peut-être le résultat de la contraction du muscle contenu dans les mêmes organes. La circulation est, comme on le voit, analogue à celle des insectes en général, bien qu'on ne puisse constater, chez les Acariens, comme chez ces derniers, un vaisseau dorsal. Les mêmes détails se remarquent, et d'une manière bien plus manifeste, chez certains grands Gamases qui vivent de liquides colorés, comme le *Dermanyssus avium* et surtout le *Pteropte de la pipistrelle*. C'est une preuve de plus que ce que nous avons vu chez les Symbiotes est bien la réalité.

Organes de la respiration. — Bourguignon prétend que les Sarcoptides respirent par la bouche, parce qu'il en a vu déglutir de l'air. Fürstenberg a vu une paire de stigmates près de l'extrémité des épimères de la deuxième paire de pattes antérieures; nous avons bien vu à cet endroit deux petits points rouges qui existent, non-seulement là, mais encore entre les épimères des pattes postérieures et entre les épimères de la première paire à l'état de point unique et impair (pl. X et XI). Mais sont-ce bien des stigmates? nous en doutons, et voici pourquoi : D'abord ce ne sont point des ouvertures et ils ne communiquent avec aucune espèce de trachées; ce sont de simples taches du tégument, et puis, si l'on procède par analogie, ce que l'on doit toujours faire, puisque *la nature ne fait point de saut*, on ne voit aucune espèce acarienne avoir des stigmates en cet endroit. Les seules espèces sur lesquelles on en ait constaté, ainsi que des trachées, sont les Oribates (Nicolet) et les Cheylètes (Fumouze et Robin); il y en a de très-manifestes aussi qui n'ont point encore été décrites sur le Ptéropte, grand acarien de la famille des Gamases qui vit en parasite sur les chauves-souris, et que nous décrirons quelque jour. Or, chez les Oribates et chez les Gamases, si voi-

sins des Sarcoptides, il n'y a qu'une paire de stigmates toujours situés sur le céphalo-thorax, en regard ou à côté de l'insertion des pattes antérieures ou postérieures, et ces stigmates sont toujours protégés par un poil simple ou rubané. En étudiant les Symbiotes, la dimension des grands poils dorsaux du céphalo-thorax et surtout de la base chitineuse qui les porte nous a frappé ; en étudiant cette papille de très-près (pl. IX, fig. 9) nous l'avons vue percée au pied du poil d'une ouverture en demi-lune qui nous a rappelé celle du vertex des Oribates, si bien décrite et dessinée par M. Nicolet ; cette ouverture communique avec une poche très-visible sur les individus vivants ou frais ; mais nous n'avons pu voir y aboutir aucune trace de trachée. Devons-nous, néanmoins, considérer ces ouvertures comme des stigmates ? Nous le croyons et nous l'admettons jusqu'à preuve du contraire.

Système nerveux. — Fürstenberg admet chez les Sarcoptides un système nerveux composé de deux ganglions anastomosés envoyant des filets nerveux dans les différentes parties du corps. Il aurait vu distinctement cet appareil chez les Psoroptes. Nous avons étudié les Psoroptes et beaucoup d'autres acariens avec autant de soin que les Symbiotes, et jamais nous n'avons pu voir chez aucun les nerfs que décrit et dessine Fürstenberg. Mais comme il a vu beaucoup d'autres choses aussi étonnantes et qui n'existent nullement, comme un œuf sortant de l'anus, quatre mandibules, etc., nous nous permettrons de n'admettre le système nerveux des Acariens que par induction.

REMARQUES SUR LES MUES DES SYMBIOTES.

Nous avons vu que les Symbiotes passent par une suite d'états successifs très-distincts, qui se manifestent chacun à la suite d'une mue. Ces états sont au nombre de quatre pour les mâles et de cinq pour les femelles, exactement comme chez les Sarcoptides avicoles (Ch. Robin) ; ce sont :

1° L'état d'*œuf* (pl. IX, fig. 3), au sortir duquel l'animal a la forme de

2° Larve *hexapode* (fig. 4), suivie de l'état de

3° Nymphe *octopode* sans organes sexuels;

4° De certaines de ces nymphes sortent :

a. Des *mâles sexués*, lors d'une mue qui pour ceux-ci est définitive (pl. X, fig. 1).

b. Des autres sortent des femelles *sans organes génitaux externes* (pl. XI, fig. 1 et 2) ressemblant par suite beaucoup aux nymphes dont elles viennent d'abandonner les téguments et ayant comme elles les deux pattes postérieures encore imparfaites, c'est-à-dire sans ventouses, mais plus grosses, et ayant déjà les organes d'accouplement spéciaux que nous avons appelés *tubercules copulateurs*.

Enfin, d'une dernière mue et consécutive à l'accouplement, ces femelles laissent sortir :

5° Les femelles sexuées et fécondées qui ne s'accouplent plus, et dans l'ovaire desquelles se montre un œuf. Ces femelles se distinguent par leur grande taille, par l'existence de la vulve sous-thoracique et par la présence à la quatrième paire de pattes d'une ventouse terminale (fig. 3).

« Le nombre des mues que subit chaque individu dans le cours de son existence, dit M. Robin (1), à propos des Sarcoptides avicoles, ne correspond pas à celui des états successifs offerts par chaque arachnide; on voit en effet une mue ou deux avoir lieu, après chacune desquelles l'animal conserve encore soit l'état de larve hexapode, soit l'état de nymphe impubère, c'est-à-dire avant que l'animal passe de ce premier état au deuxième, et de ce dernier à l'état d'individu adulte ou pubère. Chaque mue est annoncée par l'immobilité dans laquelle reste l'animal. La première commence vers le quatrième jour après l'issue hors de l'œuf de l'individu hexapode, et l'animal reste environ trois jours dans l'immobilité avant d'abandonner son premier tégument chitineux. Cette immobilité est de trois à cinq jours pour les autres mues, avec des périodes d'activité entre chaque mue qui sont de six à huit jours au moins sur les Tyroglyphus et les Glycyphages.

. . . .

(1) *Loc. cit.* et *Dict. d'hist. nat.* de D'Orbigny. 2e édition, Paris 1869, art. SARCOPTIDES.

« Les larves, les nymphes et les individus sexués séjournant sous le tégument qui appartient à leur état antérieur et qu'ils vont abandonner, montrent leurs pattes repliées sous l'abdomen. Dans les larves sous le tégument desquelles se développe une nymphe, on voit derrière la troisième paire apparaître la quatrième paire qui, n'étant pas précédée d'un organe semblable, ne peut naturellement se produire dans un autre membre comme dans un étui. Elle est repliée d'arrière en avant sous le tégument. Il en est du reste nécessairement de même des poils que les nymphes portent en plus grand nombre que les larves et qui n'ont pas leurs analogues dans celles-ci.

. . . .

« Le début de chacun de ces phénomènes est annoncé par un décollement du tégument externe par rapport à la couche chitineuse qu'aura l'animal en sortant du précédent. Les pattes se retirent ensuite de l'enveloppe qui leur correspond et qu'on voit alors vides de tout contenu musculaire, etc. Elles se replient sous le ventre entre l'ancien et le nouveau tégument, ainsi que les crochets et les ventouses des larves. Le rostre se rétracte ensuite fortement vers le céphalo-thorax en se décollant et s'écartant très-sensiblement de la portion d'enveloppe qui lui correspond et qui doit être délaissée. Pas plus chez les Sarcoptides avicoles que sur les Sarcoptes, les Psoroptes et les Symbiotes (Eichstedt, Gerlach, Bourguignon, Fürstenberg), on ne peut voir les poils arrachés de l'intérieur de ceux que garde à sa surface le tégument abandonné. Les faits notés précédemment sur leur direction (avant l'issue de l'animal hors de l'enveloppe) sur leur nombre, leur volume, etc., portent à penser que, dépendant seulement du tégument chitineux, ils naissent à chaque mue aux points où ils sont insérés pendant que l'animal est immobile, dès que le nouveau tégument s'est décollé de l'ancien et que les pattes et le rostre se sont rétractés. »

Si nous avons reproduit ce passage en entier, c'est que c'est identiquement de cette manière que les choses se passent, non-seulement chez les Symbiotes, mais chez beaucoup d'autres acariens que nous avons étudiés. Nous possédons une préparation

d'une nymphe de Ptéropte prête à muer qui vient complétement à l'appui des observations de M. Robin; elle prouve que les poils et même les crochets naissent à chaque mue aux points où ils sont insérés et ne se retirent pas des anciens poils ni des anciens crochets comme d'une gaîne. Les poils naissent couchés sur le nouveau membre, les latéraux couchés en travers et ceux des faces couchés en long; les crochets naissent *dans l'intérieur de l'ancien tarse* et sont tout à fait indépendants des anciens crochets. Les mandibules, par exemple, sortent des anciennes comme d'une gaîne.

OBSERVATIONS SUR LES MOEURS ET LA MANIÈRE DE VIVRE DES SYMBIOTES.

Les Symbiotes spathifères vivent en troupes nombreuses, en véritable société sur les membres des chevaux, sur lesquels ils déterminent une gale qui n'est ni bien contagieuse ni bien douloureuse. Nous l'avons trouvée par myriades sur un jeune cheval galeux depuis deux ans (la gale disparaissait en été pour se remontrer en hiver) vivant au milieu d'autres chevaux, de vaches et de moutons sans communiquer à aucun d'eux sa maladie. Les démangeaisons étaient rares et légères, l'extension de la gale très-lente, la contagion nulle; le vétérinaire qui le soignait se croyait parfaitement autorisé à considérer cette dermatose comme dépendante de la gourme, et l'idée d'une maladie parasitaire ne lui était pas même venue.

Ces Symbiotes ne creusent pas de sillons comme les Sarcoptes, ils irritent la peau par leurs morsures et vivent au milieu des croûtes dont ils provoquent la formation.

Fürstenberg prétend qu'ils vivent exclusivement de lamelles d'épiderme qu'ils mâcheraient avec leurs mandibules dentées prises par lui pour des mâchoires. S'il en était ainsi, s'ils ne touchaient jamais aux tissus vivants de la peau, il n'y aurait pas d'irritation, pas d'exsudation de sérosité ni formation de croûtes et chute de poils; or, c'est ce qui n'est pas. Les Symbiotes, pas plus que les autres Sarcoptides psoriques, n'ont d'organes masticateurs; les mandibules servent à déchirer l'épiderme et à mettre

le derme à nu; de là l'exsudation de sérosité qui, en se concrétant et en se mélangeant aux pellicules épidermiques, forme ces croûtes abondantes pulvérisantes qu'on remarque dans la *gale symbiotique*. C'est évidemment de sérosité que vivent les Symbiotes, et l'examen du contenu de leur estomac ne fait jamais apercevoir que des globules de ce liquide quelquefois légèrement teinté en jaune; ce qui détruit l'hypothèse de Fürstenberg sur laquelle il s'est basé pour créer le nom de *dermatophages* qu'il applique à ces acariens. On connaît des parasites qui ne vivent que de productions épidermiques ou de liquides ou graisses exsudés naturellement, comme les Sarcoptides avicoles et les insectes épizoïques de la famille des Ricins; or, ces petits animaux ne causent pas de gale ni même d'éruption d'aucune sorte.

EXPLICATION DES PLANCHES IX, X, XI ET XII.

PLANCHE IX. — *Symbiotes spathiferus* (Mégnin).

Fig. 1. — Mâle vu par sa face dorsale, grossi cent fois, montrant le plastron céphalo-thoracique, le plastron notogastrique et les lobes abdominaux portant les poils longs et plats, caractères de l'espèce et du sexe.

Fig. 2. — Femelle adulte vue par la même face et au même grossissement; elle montre le plastron céphalo-thoracique, caractère de l'espèce, à six paires de dorsaux ou latéraux.

Fig. 3. — Œufs au même grossissement.

Fig. 4. — Larve hexapode.

Fig. 5. — Mâle et jeune femelle accouplés, vus de face et de profil. C'est le mâle qui traîne la femelle, comme chez les Psoroptes.

Fig. 6. — Symbiote femelle en position pour fouiller l'épiderme.

Fig. 7. — Mandibule vue par sa face supérieure, grossie cinq cents fois.

Fig. 8. — La même mandibule vue de côté.

Fig. 9. — Grande papille chitineuse du céphalo-thorax, percée à son centre d'une ouverture au bord de laquelle est inséré un long poil; on voit par transparence une poche ovale qui communique avec cette ouverture. Cet organe est, suivant nous, un *stigmate*.

PLANCHE X.

Fig. 1. — *Symbiotes spathiferus* (Mégnin) mâle, vu par sa face inférieure, grossi deux cents fois.

FIG. 2 — Cette figure montre, au grossissement de cinq cents diamètres, la moitié droite du *plastron notogastrique*, A, à laquelle s'articule le squelette du lobe abdominal du même côté. On voit, en *a*, sur la ligne médiane, ce plastron très-épaissi et formant une plaque ovalaire qui paraît, tout en recouvrant l'anus, servir de base et de point d'appui au fourreau chitineux du pénis qui vient s'y articuler par deux branches entre lesquelles passe le rectum.

B. *Lobe abdominal*;

b. Son squelette;

c. Grande soie externe;

d. Faisceau composé de trois poils collés à leur base, dont un rond et deux plats spathiformes;

FIG. 3. — *Ventouse copulatrice* grossie cinq cents fois.

a. Ventouse vue de face et ne montrant que le bord de la cupule et son fond percé de huit petits trous. C'est ainsi qu'elle se présente lorsqu'on l'examine sur un mâle couché sur le dos et qui n'est pas accouplé.

b. La même ventouse vue de profil, comme elle se montre sur le mâle accouplé et traînant la femelle : elle alors complétement remplie par le tubercule copulateur correspondant de la femelle, lequel y adhère intimement. Cette ventouse est portée par un manchon rétractile très-large, dans l'intérieur duquel se voit un cylindre composé de la réunion de huit petits tubes correspondants à chaque trou du fond de la ventouse.

FIG. 4. — *Plaque pénienne* au centre de laquelle est un dessin ogival, rappelant l'*épisternite* du sarcopte ; c'est la base du pénis qui ici en est plus éloigné et constitué par un tube délié, visible seulement à l'état frais, lequel vient aboutir à un fourreau coriace représenté dans la figure suivante.

FIG. 5. — Fourreau ou pièce terminale du *pénis*, constitué par un tube chitineux, bifide.

a. A branches courtes, terminées chacune par un petit crochet. Cette partie est destinée à être introduite dans la vulve de la femelle et à y adhérer plus intimement par le moyen des crochets.

b. Sac membraneux quadrilobé, visible seulement sur les individus vivants ou frais. Il représente des testicules ou des prostates, ou peut-être l'appareil aspirateur des ventouses, dont nous n'aurions pas saisi la communication.

PLANCHE XI. — *Symbiotes spathiferus*; — femelles.

FIG. 1. — *Jeune femelle* à l'âge de l'accouplement, vue par sa face dorsale et grossie deux cent cinquante fois. Cette figure montre successivement d'avant en arrière : 1° La plaque grenue céphalo-thoracique qui con-

stique un des caractères de l'espèce ; 2° Les deux grands poils du vertex insérés sur la papille percée que nous regardons comme un stigmate ; 3° quatre autres paires de poils dorsaux plus petits, et enfin 4° au bord postérieur de l'abdomen, mais sur la face dorsale, les deux tubercules copulateurs qui pendant l'accouplement sont embrassés par les ventouses du mâle et y adhèrent par aspiration

FIG. 2. — La même *jeune femelle* vue par sa face ventrale. On voit successivement : les cinq paires de poils ventraux, la paire latérale, la paire du bord postérieur, l'extrémité des tubercules copulateurs, enfin l'ouverture vulvo-anale, très-grande à cet âge, s'allongeant sous le ventre. On remarquera que ces jeunes femelles ne portent aucune trace de l'oviducte sous-thoracique.

FIG. 3. — *Grande femelle adulte et ovigère* vue par sa face ventrale. Cette figure montre successivement : 1° les plaques grenues qui élargissent les épinières des membres antérieurs ; 2° l'*oviducte*, constitué par une ouverture transversale sous-thoracique, à lèvres fortement plissées, garnies d'épimérites chitineuses en forme de branches de lyre ; 3° un œuf dans l'intérieur de l'abdomen, placé manifestement en dehors du rectum dont l'intérieur est en grande partie occupé par une pelote stercorale ; 4° enfin les dix paires de poils de la face ventrale et les cinq points rouges qui avoisinent les poils sous-thoraciques et dont quelques-uns ont été pris pour des stigmates par Fürstenberg, tandis qu'ils sont simplement de petites taches colorées.

PLANCHE XII.

FIG 1. — *Rostre* du Symbiote vu par sa face inférieure et montrant successivement :

a. Le *menton* large et échancré ;

bb. Les *mâchoires* couchées transversalement et soudées sur la ligne médiane.

cc. cc. Les *palpes*, composés de trois articles dont le premier, soudé au menton et aux mâchoires, est seul adhérent à la lèvre, les deux autres sont entièrement libres, tous portent des poils : le premier un, le deuxième deux et le troisième trois.

dd. La *lèvre*, portant à sa base une paire de poils robustes et montrant à son centre par transparence la languette ; l'extrémité libre de la lèvre est divisée en quatre lobes arrondis par trois incisions dont la médiane est la plus profonde.

ee. Extrémité des *mandibules*. (La forme de ces organes est représentée, planche IX, fig. 7 et 8).

FIG. 2. — Le même rostre, vu par sa face supérieure ; il est, en grande partie, caché par l'*épistome* grenu, qui ne laisse voir que l'extrémité des mandibules *ee* et les palpes maxillaires *cc*.

FIG. 3. — Le même rostre plus découvert, dans lequel les mandibules ont été enlevées, de sorte qu'on voit la face supérieure de la lèvre avec la languette au milieu et de chaque côté des rudiments de palpes labiaux bi-articulés (*gg*). Les autres lettres comme à la fig. 1.

FIG. 4. — Système digestif et circulatoire du symbiote.

AA. *Tube digestif.*

a. *Ouverture buccale* constituée par le triangle isocèle ayant pour base la lèvre et pour côtés les deux mandibules ;

b. Le *pharynx*.

c. L'*œsophage*.

d. L'*estomac*, grand sac réniforme contenant des globules de sérosité jaune, de diverses grandeurs ;

e. Commencement de l'intestin où une pelote stercorale est en voie de formation.

f. Autre pelote stercorale dans l'intestin rectum.

g. *Anus*.

B. *Appareil circulatoire*, constitué par un large sac remplissant les vides que laisse l'appareil digestif et fournissant des prolongements en cæcum (*h*) dans les membres ; le tout est rempli par un liquide blanc finement granuleux.

FIG. 5. — Un membre antérieur de la première paire grossi six cents fois.

e. Épimère.

1. La *hanche* ou *rotule*, portant un poil assez long à sa face ventrale dirigé en dedans et en arrière ;

2. L'*exinguinal* ou *trochanter* portant un long poil dirigé en arrière ;

3. Le *fémoral* ou *cuisse* portant sur sa face supérieure un poil rigide et un autre plus court à sa face opposée ;

4. La *jambe* ou *tibial* portant trois appendices : deux petits poils grêles et un grand piquant rigide ;

5. Le *tarse* ou *pied* offrant un grand nombre d'appendices et terminé par un fort crochet mobile en forme de faucille et par un autre rudimentaire 1° à la base, près de l'articulation avec la jambe, un piquant moins fort que celui du tibial près duquel il est placé ; 2° près de la base des crochets deux piquants à pointe mousse ; 3° deux poils grêles à la face inférieure et un autre grand poil dépassant la ventouse et inséré en dehors près de la base du gros crochet ; 4° enfin, une grande ventouse (*v*) brièvement pédiculée, large, en forme de cloche, au fond de laquelle se remarque une pièce chitineuse étoilée, percée d'un trou où aboutit le canal central du pédicule. Ce pédicule est court, dépassant à peine le gros crochet, cylindrique et renflé à l'extrémité qui s'articule avec la ventouse.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES

COURBURES NORMALES DU RACHIS

CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX

Par le Dr Pierre BOULAND.

PREMIER MÉMOIRE

COURBURES ANTÉRO-POSTÉRIEURES NORMALES CHEZ L'HOMME

Guillaume et Ed. Weber ont fixé par leurs recherches la constitution anatomique des courbures antéro-postérieures normales chez l'adulte, mais ils ne se sont occupés ni de l'époque à laquelle elles apparaissent, ni de la manière dont elles se développent, ni de la part proportionnelle que, suivant l'âge, les différentes parties constituantes du rachis prennent à leur production.

D'un autre côté, les anatomistes dont le nom fait autorité se taisent sur ces questions, ou n'émettent que des opinions spéculatives dénuées de preuves. Albinus et Winslow se bornent à dire que le rachis regardé latéralement présente des courbures antéro-postérieures. Fallope ne parle même pas des courbures de l'adulte tandis que Sabatier ne mentionne que ces dernières. Sœmmering a écrit, il est vrai, que chez les nouveau-nés, la colonne dorsale, considérée dans son ensemble, est recourbée en arrière à cause de la position du fœtus dans la matrice, mais cette courbure, ajoute-t-il, est faible et la colonne se trouve à peu près droite chez les embryons plus jeunes. Bichat est le premier qui soit explicite à ce sujet. « Chez le fœtus, dit-il, la colonne est droite ou du moins elle ne présente que le commencement à peine sensible des courbures que dans la suite, elle doit avoir : cette rectitude, ajoute-t-il, dépend de ce que le corps des vertèbres n'étant point développé en devant en totalité, étant arrondi comme nous l'avons vu, n'a point encore les variétés d'épaisseur antérieure et postérieure qui se

trouvent par la suite en sens inverse dans chacune des trois regions, et déterminent leurs inflexions opposées (1). »

Ainsi pour Bichat, les vertèbres du fœtus ne présentent pas encore la forme en coin qui détermine les courbures; aussi, selon lui, le rachis à la naissance est-il à peu près droit. Cette erreur s'est propagée jusqu'à nos jours. « Placée sur un plan horizontal, dit Malgaigne, la colonne vertébrale du fœtus présente une rectitude à peu près parfaite (2).. »

En résumé, à la naissance, point de courbure fixe, permanente; pour quelques auteurs seulement, une flexion momentanée due à la position du fœtus dans la matrice.

Sous le rapport de l'âge auquel apparaissent les courbures et du mode de leur formation, les notions ne sont pas plus précises. « Les courbures antéro-postérieures, dit Bouvier dans ses leçons cliniques, ne se forment que lentement après la naissance. Elles sont dues à l'action combinée de plusieurs causes, qui presque toutes se rattachent à l'état de station propre à l'homme (3). » Pour Malgaigne, les inflexions multiples du rachis sont tout d'abord temporaires comme l'"inflexion unique de la vie intra-utérine ; elles ne deviennent permanentes qu'au bout de quelques années. Dès que l'enfant est replacé dans la position horizontale, c'est-à-dire soustrait à l'action de la pesanteur qui produisait les courbures du rachis, celui-ci revient à la rectitude. Il en est ainsi jusqu'à *six* ou *sept ans* (4). Bichat (5) pensait, au contraire, que l'inégalité dans les dimensions des corps et des fibro-cartilages qui produisent les courbures antéro-postérieures, est un résultat de l'organisation et non du poids des différentes parties sur la colonne vertébrale; Cruveilhier (6) partage cette opinion, et Ludovic Hirschfeld, qui l'adopte aussi, ajoute : « La courbure dorsale antéro-postérieure se montre la première, et existe même chez les personnes qui n'ont jamais marché, et qui

(1) *Anatomie descriptive*, 1801, p. 158.
(2) *Leçons d'orthopédie*, p. 318.
(3) *Leçons cliniques*, p. 327.
(4) *Loc. cit.*, p. 319.
(5) *Loc. cit.*, t. I, p. 122.
(6) *Anatomie descriptive*, 4e édit., t. I, p. 64.

sont restées constamment couchées. Cette courbure n'est donc pas l'effet de la station (1). » Mais cet anatomiste dit, contrairement à Bichat, que les différences de hauteur des corps des vertèbres sont la conséquence et non la cause des courbures, et que de plus, chez différents sujets dont il a mesuré exactement les vertèbres, il n'a pas trouvé de différence entre la hauteur des faces antérieure et postérieure, et que, même chez le vieillard, il y a une différence très-peu sensible (*loc. cit.*). Ces résultats sont en opposition avec ceux qu'ont obtenus les Weber, et pour détruire le travail de ces derniers, une assertion sans preuve est insuffisante.

Sans multiplier inutilement les citations, nous pouvons donc dire qu'aujourd'hui on l'admet généralement :

1° Qu'à la naissance, le rachis humain ne présente pas de courbures, si on l'examine dans la position horizontale ;

2° Que, jusqu'à l'âge de cinq à six ans, il ne présente que des courbures antéro-postérieures temporaires qui disparaissent dans la position horizontale ;

3° Que les courbures permanentes qui se forment plus tard sont, pour les uns, le résultat de diverses actions mécaniques, tandis que, pour les autres, elles sont le résultat de l'organisation même.

Le travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie des sciences a pour objet de rechercher sur quelles bases reposent ces diverses hypothèses, et de les remplacer par l'observation rigoureuse des faits.

Voici maintenant la méthode que j'ai suivie. J'ai choisi avec soin un nombre égal de sujets des deux sexes bien conformés, et indemnes de toute trace de rachitisme. Après avoir séparé la tête et les membres, enlevé les viscères et toutes les parties molles, j'ai placé horizontalement dans du plâtre à mouler, le squelette du tronc, auquel j'avais laissé tous les ligaments et le sternum. Ensuite, à l'exemple de G. et E. Weber, j'ai divisé verticalement le bloc de plâtre et la colonne vertébrale, en faisant passer le trait de scie par le sommet des apophyses épi-

(1) *Nouvel aperçu sur les conditions anatomiques des courbures de la colonne vertébrale chez l'homme.* (*Gaz. des hôp.*, 4 août 1849.)

neuses et le centre des corps vertébraux; j'ai obtenu ainsi une coupe qui représente exactement la forme de la colonne vertébrale, et qui permet de mesurer ses parties constituantes sans changer leurs rapports normaux. On peut objecter à cette préparation qu'elle ne donne pas la forme exacte de la colonne cervicale, parce que la tête a été détachée. Mais il suffira de réfléchir au poids de la tête pour comprendre qu'en la laissant adhérer, sa position dans le plâtre aurait déterminé la forme de la colonne cervicale qui est excessivement flexible, et que, par conséquent, il aurait été impossible de savoir quelle est la configuration propre de cette partie du rachis abandonnée à elle-même.

Dans la première enfance, la mesure exacte des ligaments intervertébraux et des cartilages d'ossification, et plus tard, des épiphyses cartilagineuses, présente une certaine difficulté, parce que ces parties se confondent presque à leur point de jonction. Pour tourner cet obstacle, j'ai noté avec soin la distance qui sépare la face inférieure d'un noyau osseux de la face supérieure du noyau suivant, puis j'ai mesuré séparément chaque cartilage et le ligament intervertébral qui les unit; la somme de ces trois quantités devait être exprimée par le même chiffre que celui qui représente la distance des deux noyaux osseux. J'ai recommencé l'opération jusqu'à ce que je fusse arrivé à une différence de moins d'un dixième de millimètre : c'est certes plus qu'il n'en faut pour ce genre de recherches. Ce travail de mensuration, qui exige l'emploi de la loupe et du compas, est minutieux, monotone et assez fatigant, surtout lorsqu'on opère sur des nouveau-nés. Mais la cause d'erreur la plus grande provient de la forme des noyaux osseux des corps vertébraux : leurs faces supérieure et inférieure sont convexes en général, et suivant qu'on les mesure un peu plus ou un peu moins près des bords de la coupe, on trouve des chiffres différents. Pour avoir des résultats toujours comparables, j'ai mesuré à une certaine distance des bords antérieur et postérieur de la surface de section; cette distance restait toujours la même pour toutes les colonnes d'une même série.

Je ne veux pas entrer dans les détails de toutes les précautions que j'ai dû prendre pour donner à ces mensurations l'exactitude

nécessaire, cependant j'insisterai sur la nécessité d'étudier chaque colonne sans désemparer, afin d'éviter la dessiccation qui se produit très-rapidement, et que l'on ne peut guère combattre avec des linges mouillés, parce que les fibro-cartilages se gonflent à l'eau.

J'ai groupé en quatre séries les pièces que j'ai étudiées.

La première série comprend les rachis des nouveau-nés à terme;

La seconde, ceux d'enfants de quinze à seize mois environ;

La troisième, ceux d'enfants de trois ans environ ;

Et la quatrième, ceux d'enfants de cinq ans ou à peu près.

Comme, à l'exception des nouveau-nés, il est assez difficile de se procurer dans les amphithéâtres l'âge des sujets, j'y ai souvent suppléé en formant mes groupes d'après la taille d'enfants dont l'âge m'était exactement connu. Je sais que cette manière d'opérer n'est pas à l'abri de la critique, la croissance variant beaucoup d'individu à individu; mais cette considération ne m'a pas arrêté, parce que je la crois de peu d'importance pour l'objet de mes recherches.

I

FORME DU RACHIS DE LA NAISSANCE A L'AGE DE CINQ ANS.

La coupe que j'ai indiquée montre que chez les enfants la colonne antérieure formée par les corps vertébraux présente deux courbures très-prononcées, dont la rectitude de la ligne épineuse ne permet pas de soupçonner l'existence. C'est donc sur les faces antérieure et postérieure de la tige formée par les corps vertébraux qu'il faut mesurer les courbures.

1re série. — Nouveau-nés.

Courbure cervicale	Corde	42mm
	Flèche	2,5
— dorsale	Corde	78,5
	Flèche	4,25

Dans cette série, les courbures cervicale et dorsale sont constantes, mais la courbure lombaire manque le plus souvent et la flèche varie de 0 à 2 millimètres.

2e série.

Taille des sujets		741mm
Longueur du rachis		320
Courbure cervicale	Corde	55
	Flèche	2,5
— dorsale	Corde	127
	Flèche	5,4

La courbure lombaire manque dans la plupart des cas.

3e série.

Taille des sujets		850mm
Longueur du rachis		390
Courbure cervicale	Corde	64
	Flèche	7,5
— dorsale	Corde	150,25
	Flèche	5,75
— lombaire	Corde	91
	Flèche	4,5

Le bassin est fortement incliné en avant, la courbure lombo-sacrée a une flèche de 16 millimètres.

4e série.

Taille des sujets		963mm
Longueur du rachis		425
Courbure cervicale	Corde	74
	Flèche	6
— dorsale	Corde	166
	Flèche	5
— lombaire	Corde	99
	Flèche	4

Le sacrum a presque la même inclinaison que chez l'adulte.

Ainsi, à la naissance, indépendamment de l'angle sacro-vertébral, le rachis présente toujours deux courbures supérieures en sens inverse, et quelquefois une troisième, inférieure, ayant la même direction que la courbure cervicale.

Pendant la première année, le rachis paraît conserver la même configuration ; mais vers la fin de la seconde année, la courbure lombaire commence à devenir plus fréquente ; à partir de cette époque, la colonne vertébrale présente, dans la majorité des cas, les trois courbures que l'on constate chez l'adulte ; enfin vers cinq ans, le rachis a toutes ses inflexions antéro-postérieures normales.

II

CONSTITUTION ANATOMIQUE DES COURBURES ANTÉRO-POSTÉRIEURES.

En plaçant une tige droite et rigide dans le canal rachidien d'un nouveau-né, on peut effacer complétement les courbures; cependant il existe toujours une petite concavité en avant, au niveau des trois premières vertèbres dorsales; mais aussitôt que le rachis est abandonné à lui-même, il reprend sa forme primitive. Si l'on excise le ligament *commun antérieur* au niveau de chaque articulation intervertébrale, la petite courbure dont je viens de parler subsiste toujours; il faut diviser les segments d'anneaux antérieurs des fibro-cartilages interarticulaires pour la voir s'effacer en partie; après leur section, la colonne abandonnée à elle-même ne revient plus à sa forme primitive. C'est vers l'âge de cinq à six ans seulement que la section du ligament commun antérieur semble favoriser, jusqu'à un certain point, l'effacement de la courbure dorsale.

Ligament commun postérieur. — Ce ligament m'a paru sans action sur les courbures cervicale et lombaire: la section n'a pas modifié l'élasticité de ces régions lorsque j'ai eu soin de ménager l'intégrité des fibro-cartilages intervertébraux.

Ligaments jaunes. — J'ai coupé tous les ligaments jaunes de la région cervicale sur des colonnes appartenant aux différents âges que j'ai mentionnés, et j'ai toujours vu se reproduire la courbure antéro-postérieure aussitôt que mon doigt abandonnait l'atlas sur lequel il appuyait; l'élasticité ne paraissait pas avoir diminué. Cette flexion à convexité antérieure se maintient alors même que la colonne a été placée horizontalement, les apophyses épineuses dirigées directement en haut. A la région lombaire j'ai obtenu les mêmes résultats. Si, à la section des ligaments jaunes, on ajoute celle du ligament *cervical postérieur* et des ligaments *interépineux du cou*, on voit que la courbure cervicale diminue lorsque la colonne est placée horizontalement, et que, dans la position verticale, cette courbure ne paraît pas se reproduire avec la même force qu'avant la section : ce dernier fait ne devient

appréciable qu'à partir de l'âge de quatre à cinq ans. Jusqu'à cette époque, le ligament cervical postérieur et le ligament interépineux n'ont aucune influence appréciable sur la courbure cervicale.

En résumé, l'espèce de gaîne ligamenteuse qui envelope la colonne vertébrale n'est pour rien dans la production des courbures que cette dernière présente; il faut donc chercher leur origine dans les éléments constituants du rachis lui-même, c'est-à-dire dans la vertèbre et dans le fibro-cartilage interarticulaire. C'est ce que nous allons faire séparément pour chacune des régions cervicale, dorsale et lombaire.

A. *Courbure cervicale.*— Nous avons vu qu'à la naissance la courbure cervicale est constante et que sa flèche est en moyenne de 2^{mm},5 ; mais chez beaucoup de sujets, elle est, à cette époque, de 4 millimètres : elle augmente avec l'âge, sans cependant suivre une progression régulière, car le chiffre moyen de la flèche cervicale de la troisième série est 7^{mm},5, tandis que celui de la quatrième série n'est que 6 millimètres, quoique ce groupe soit composé d'enfants ayant presque deux ans de plus que ceux de la troisième série. Étudions maintenant les corps vertébraux et les ligaments interarticulaires de la région cervicale.

PREMIÈRE SÉRIE.

Dans la première série, les corps vertébraux présentent, en général, un peu plus d'élévation en avant. J'ai trouvé en moyenne 1^{mm},57 de plus dans ce sens, ainsi qu'on le voit dans le tableau résumé ci-dessus, tandis que les fibro-cartilages interarticulaires sont en général symétriques, ou du moins ne présentent qu'une très-légère inégalité, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre; mais à cet âge, le corps des vertèbres est en grande partie cartilagineux ; il est donc nécessaire de mesurer séparément le noyau osseux et le cartilage d'ossification qui se trouve au-dessus et au-dessous; c'est ce que j'ai fait pour chacune des pièces qui m'ont servi à ce travail.

J'ai trouvé plusieurs fois que tous les noyaux osseux étaient plus épais en avant; que, dans ce sens, leurs épaisseurs réunies

présentaient jusqu'à 1^{mm},70 de plus que dans l'autre. Par contre, la couche cartilagineuse avait, en avant, un dixième de millimètre de moins qu'en arrière ; les ligaments intervertébraux offraient, en avant, une augmentation de près d'un millimètre ; il résultait de cette disposition qu'en somme il y avait, en avant, 2^{mm},50 de plus qu'en arrière (tableau 1 *bis*).

Chez d'autres sujets, la totalité des noyaux osseux et des disques intervertébraux avait 1^{mm},40 de moins en avant qu'en arrière ; dans ce cas, la courbure cervicale était produite exclusivement par les cartilages d'ossification, qui présentaient seuls plus de hauteur en avant (tableau n° 1).

Résumé du tableau des moyennes des hauteurs antérieure et postérieure de la région cervicale des rachis de la 1re série.

	MOYENNE DES HAUTEURS		DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	antérieure.	postérieure.	
	mm.	mm.	mm.
Noyaux osseux....................	13,900	13,650	+0,250
Cartilages d'ossification............	12,425	11,105	+1,320
Hauteur des corps vertébraux.......	26,325	24,755	+1,570
Ligaments intervertébraux..........	5,235	5,19	+0,040
Hauteur totale de la région moins l'atlas et l'axis......................	31,560	29,930	+1,610

2e SÉRIE.

Dans la deuxième série, qui comprend les enfants de quinze à seize mois, la différence entre le côté convexe et le côté concave est plus prononcée; elle est de 3^{mm},15 en moyenne. Les corps vertébraux ont 1,05 de moins en avant qu'en arrière, ce qui résulte de l'amincissement des épiphyses cartilagineuses, dans le premier sens, tandis que les noyaux osseux ont, au contraire, 0^{mm},65 de plus en avant. C'est surtout par l'inégalité des fibro-cartilages intervertébraux que la courbure est produite. En effet, ils présentent, en avant, 4^{mm},20 de plus qu'en arrière.

Résumé du tableau des moyennes de la 2e série.

	Moyenne des hauteurs antérieure.	Moyenne des hauteurs postérieure.	Différence entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	19,80	19,15	+0,65
Épiphyses cartilagineuses	13,80	15,50	—1,70
Hauteur des corps vertébraux	33,60	34,65	—1,05
Ligaments intervertébraux	9,45	5,25	+4,20
Hautr de la région entière moins l'atlas et l'axis	43,05	39,90	+3,15

3e SÉRIE.

Dans la troisième série (tableau n° 3), nous trouvons la même disposition des ligaments interosseux, qui offrent 7^{mm},30 de plus en avant qu'en arrière; mais comme les corps vertébraux ont 1^{mm},15 de moins en avant, il en résulte qu'en somme la colonne cervicale n'a que 6^{mm},10 de plus en avant qu'en arrière.

Résumé du tableau des moyennes de la 3e série.

	Moyenne des hauteurs antérieure.	Moyenne des hauteurs postérieure.	Différence entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	19,90	22,00	—2,10
Épiphyses cartilagineuses	19,95	19,00	+0,95
Hauteur des corps vertébraux	39,85	41,00	—1,15
Ligaments intervertébraux	15,50	8,20	+7,30
Hautr de la région entière moins l'atlas et l'axis	55,35	49,20	+6,10

Dans cette série, l'amincissement en avant des noyaux osseux m'a paru très-accusé, et les cartilages épiphysaires ne compensent guère qu'une partie de cette différence. Quant au rôle des fibro-cartilages, il est nettement prononcé ; ils ont tous plus de

hauteur en avant ; quelques-uns dans la série précédente offraient encore la disposition inverse.

4e SÉRIE.

La quatrième série (tableau n° 4) présente les mêmes dispositions que la troisième. La courbure est produite par les ligaments intervertébraux et les épiphyses cartilagineuses ; les noyaux osseux ont moins de hauteur en avant qu'en arrière ; il y a 4mm,30 de différence, qui ne sont qu'incomplétement compensés par les épiphyses, de sorte que les corps vertébraux ont 1,85mm de moins en avant. C'est, on le voit, à peu près comme chez l'adulte où les fibro-cartilages, d'après G. et E. Weber, présentent en plus, en avant, à peu près le tiers de leur hauteur totale, tandis que les corps osseux ne contribuent à la courbure que pour $\frac{1}{73}$ environ de leur dimension verticale.

Résumé du tableau des moyennes de la 4e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS		DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	antérieure.	postérieure.	
	mm.	mm.	mm.
Os	24,10	28,40	— 4,30
Épiphyses cartilagineuses	18,70	16,25	+ 2,45
Hauteurs des corps vertébraux	42,80	44,65	— 1,85
Ligaments intervertébraux	16,75	10,15	+ 6,60
Hautr de la région entière moins l'atlas et l'axis	59,55	54,80	+ 4,75

B. *Courbure dorsale.* — La région dorsale, prise dans son entier, offre à l'œil une courbure que l'on peut mesurer par une corde ; mais, comme cette dernière se confond ordinairement avec le bord antérieur des deux ou trois dernières vertèbres dorsales ; que, d'un autre côté, ces vertèbres sont ordinairement plus hautes en avant qu'en arrière, ce qui est l'inverse des autres, il est rationnel de ne comprendre dans l'étude de la courbure dorsale que les vertèbres qui concourent à la former ; c'est ce que j'ai fait.

1re SÉRIE.

La courbure dorsale comprend, dans la première série, les dix premières vertèbres et les dix premiers fibro-cartilages; en haut, la mesure part de la face supérieure de la première dorsale.

La différence totale entre le côté concave et le côté convexe est de $6^{mm},675$ au profit du dernier. Dans ce chiffre, les corps vertébraux figurent pour $3^{mm},20$, et les ligaments intervertébraux pour 3,475.

Résumé du tableau des moyennes de la 1re série.

(Ce résumé ne comprend que les dix premières dorsales.)

	MOYENNE DES HAUTEURS antérieure.	MOYENNE DES HAUTEURS postérieure.	DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	44,15	48,550	— 4,40
Épiphyses cartilagineuses	21,275	20,075	+ 1,20
Hauteur des corps vertébraux	65,425	68 625	— 3,20
Ligaments intervertébraux	6,65	10,125	— 3,475
Hauteur des dix premières vertèbres dorsales	72,075	78,750	— 6,675

Ces résultats moyens ne font pas ressortir certaines particularités intéressantes (tableaux 1 et 1 *bis*). Ainsi, la forme des noyaux osseux est à peu près constante : presque tous sont moins hauts en avant, mais le cartilage compense pour plusieurs cette différence, de sorte que le corps vertébral entier est alors symétrique. Il en est même quelques-uns pour lesquels y a plus que compensation, et qui, en somme, présentent une légère augmentation de hauteur en avant. Tantôt c'est le cartilage supérieur qui est plus épais dans un sens, et l'inférieur plus mince; tantôt on rencontre la disposition inverse; tantôt un seul est inégal, etc... *En un mot, l'ossification paraît suivre une forme régulière indépendante de celle qu'affecte le cartilage dans lequel elle se développe.* Je ne saurais trop insister sur ce fait, parce que j'aurai à

y revenir dans un autre travail sur les courbures pathologiques du rachis.

2e SÉRIE.

Dans la seconde série, la courbure ne comprend encore que les dix premières dorsales, dont les noyaux osseux sont à peu près régulièrement moins hauts en avant : ils présentent $4^{mm},60$ de moins dans ce sens. C'est à leur forme qu'est due principalement l'incurvation de cette région, car on trouve assez souvent une diminution de hauteur en arrière des cartilages et des ligaments intervertébraux, ce qui tend à affaiblir la courbure.

Résumé du tableau des moyennes de la 2e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS antérieure.	MOYENNE DES HAUTEURS postérieure.	DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	65,40	70,00	—4,60
Épiphyses cartilagineuses	25,30	25,15	+0,15
Hauteur des corps vertébraux	90,70	95,15	—4,45
Ligaments intervertébraux	15,05	13,35	+1,70
Hauteur des dix premières vertèbres	105,76	108,50	—2,75

3e SÉRIE.

Les neuf premières vertèbres dorsales seulement concourent à former la courbure dans cette série. Elles ont, en avant, $2^{mm},785$ de moins qu'en arrière. Les noyaux osseux présentent bien une différence de $4^{mm},125$, mais comme les épiphyses cartilagineuses offrent, au contraire, une augmentation en avant, de $1^{m},340$, il en résulte une compensation partielle. C'est surtout aux deuxième, quatrième, cinquième, sixième et septième corps vertébraux que la forme en coin des noyaux est le plus prononcée ; il n'est pas rare de trouver un amincissement égal au 1/7 de la hauteur de l'os, et il est telle colonne où les os présentent, en avant, une différence de 6 millimètres.

Résumé du tableau des moyennes de la 3e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS antérieure.	MOYENNE DES HAUTEURS postérieure.	DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	70,525	74,650	—4,125
Épiphyses cartilagineuses	27,340	26,000	+ 1,340
Hauteur des corps vertébraux	97,865	100,650	—2,785
Ligaments intervertébraux	12,200	13,450	—1,250
Hauteur des neuf premières dorsales	110,065	114,100	—4,035

Les fibro-cartilages interarticulaires présentent encore quelques irrégularités : tantôt ils sont plus hauts en avant, tantôt c'est en arrière; leur somme cependant exprime, en moyenne, une hauteur antérieure moindre de 1mm,250.

QUATRIÈME SÉRIE.

Résumé du tableau des moyennes de la 4e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS antérieure.	MOYENNE DES HAUTEURS postérieure.	DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	mm.	mm.	mm.
Os	107,95	115,05	—7,10
Épiphyses cartilagineuses	38,90	39,25	— 0,35
Hauteur des corps vertébraux	146,85	154,30	— 7,45
Ligaments intervertébraux	21,35	19,25	+2,10
Hauteur de la région dorsale entière	168,20	173,55	— 5,35

La forme en coin des corps vertébraux est ici des plus accusées. Ils ont, en avant, 7mm,10 de moins qu'en arrière : les épiphyses cartilagineuses offrent dans le même sens une très-légère différence qui atteint à peine un demi-millimètre. Quant aux fibro-cartilages, ils ont, en moyenne, 2mm de hauteur en plus en avant, mais comme chez un nombre assez notable de sujets, on rencontre la

disposition inverse, je n'attache à cette moyenne qu'une valeur très-relative, tandis que la forme des corps vertébraux (os et épiphyses cartilagineuses) présente le même caractère dans toute la série.

C. *Courbure lombaire.* — Nous avons vu que, chez le nouveau-né, cette courbure n'est pas constante : tantôt elle fait défaut, tantôt, au contraire, elle est très-appréciable. Mais, alors même qu'elle manque, on trouve que la colonne lombaire a plus de hauteur en avant qu'en arrière ; cette différence représente, en moyenne, $2^{mm},95$. Ordinairement les os, les cartilages d'ossification et les fibro-cartilages interarticulaires, concourent à la fois à former ce chiffre. Cependant on voit assez souvent un de ces éléments présenter une diminution en avant, sans qu'il soit possible de saisir aucune régularité dans ce fait : il m'a paru que dans tous les cas où la flèche de la courbure lombaire est commensurable, la hauteur des fibro-cartilages interarticulaires est plus grande en avant : la différence peut égaler le tiers de la hauteur totale des ligaments de la région, tandis que dans les cas où la flèche est *o*, les fibro-cartilages sont moins hauts en avant.

Dans la deuxième série, la courbure lombaire ne se rencontre pas encore régulièrement ; elle présente les mêmes modifications que dans la première série. Je ne m'y arrêterai pas pour éviter les redites.

Dans la troisième série l'inflexion lombaire commence à être constante : la flèche est assez variable, mais on peut toujours la mesurer. La courbure est due à l'inégalité des fibro-cartilages, qui sont plus élevés en avant. Cette différence varie du cinquième au tiers de leur hauteur totale. Les os y ont, en général, peu de part, mais les épiphyses cartilagineuses, par leur inégalité très-accusée, donnent dans certains cas plus de hauteur, en avant, aux corps vertébraux. Je l'ai trouvée quelquefois égale à la somme des épiphyses (5^{mm} sur 23^{mm}). Il n'est pas rare cependant de rencontrer la disposition inverse, c'est-à-dire la hauteur des épiphyses moindre en avant, mais alors la différence ne dépasse guère un dixième.

Résumé du tableau des moyennes de la 3e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS		DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	antérieure.	postérieure.	
	mm.	mm.	mm.
Os	60,550	60,025	+0,525
Épiphyses cartilagineuses	21,300	19,745	+1,555
Hauteur des corps vertébraux	81,850	79,770	+2,080
Ligaments intervertébraux	17,350	13,100	+4,250
Hauteur de la région	99,200	92,870	+6,330

Dans la quatrième série, la présence de la courbure lombaire est la règle, mais ordinairement elle n'est pas accusée par la ligne épineuse ; la flèche est encore très-variable. La différence entre la convexité et la concavité est de 11mm,20 dans lesquels les fibro-cartilages représentent 9mm,95 et les corps vertébraux, 1mm,25 seulement. Malgré cette disposition si accusée des ligaments, on en trouve encore quelques-uns qui ont moins de hauteur en avant qu'en arrière ; ce sont ordinairement le premier et le second qui, dans ce cas, appartiennent à la courbure dorsale.

Résumé du tableau des moyennes de la 4e série.

	MOYENNE DES HAUTEURS.		DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure.
	antérieure.	postérieure.	
	mm.	mm.	mm.
Os	62,95	61,30	+ 1,65
Épiphyses cartilagineuses	20,05	20,45	— 0,40
Hauteur des corps vertébraux	83,00	81,75	+ 1,25
Ligaments intervertébraux	30,75	20,80	+ 9,95
Hauteur de la région entière	113,75	102,55	+11,20

CONCLUSIONS.

L'étude particulière que nous venons de faire de chacune des courbures antéro-postérieures normales peut se résumer dans les propositions suivantes :

1° Contrairement à l'opinion généralement admise aujourd'hui, le rachis humain normal présente, à l'époque de la naissance :

A. Une courbure cervicale à convexité antérieure, dont la corde est en moyenne de 42^{mm} et la flèche, de 2^{mm},5;

B. Une courbure dorsale à concavité antérieure, formée par les dix ou onze premières vertèbres dorsales, ayant une corde de 78^{mm},5 et une flèche, de 4^{mm},25;

C. Enfin, quelquefois une courbure lombaire à convexité antérieure, qui fait le plus souvent défaut;

2° Ces courbures ne sont appréciables que sur la colonne antérieure, c'est-à-dire celle qui est formée par les corps vertébraux; la colonne apophysaire étant complétement droite dans la position horizontale;

3° Les ligaments périphériques et les ligaments jaunes ne contribuent en rien à la formation de ces courbures, qui persistent au même degré alors même que ces ligaments ont été divisés;

4° Chez le nouveau-né, la courbure cervicale est due tantôt aux cartilages d'ossification des corps vertébraux, qui présentent plus d'épaisseur en avant qu'en arrière, les noyaux osseux de forme ovoïde et légèrement aplatis ayant dans ce cas les deux faces à peu près d'égale hauteur; tantôt, au contraire, elle résulte de l'inégalité des noyaux osseux, qui ont alors plus de hauteur en avant, les cartilages étant à peu près d'égale épaisseur. Le rôle des fibro-cartilages intervertébraux n'est pas encore bien déterminé à cet âge. C'est à partir de la seconde année que l'importance de ces ligaments s'accuse de plus en plus, de telle sorte que, vers quatre ou cinq ans, la courbure cervicale résulte à peu près exclusivement de l'inégalité de leur hauteur, ainsi qu'on l'observe du reste chez l'adulte;

5° La courbure dorsale, à la naissance, comprend, en général, les dix ou onze premières vertèbres dorsales et les dix premiers disques

intervertébraux; la corde a 78mm,5 et la flèche, 4mm,25 en moyenne. Tous les noyaux osseux de ces vertèbres sont régulièrement moins hauts en avant qu'en arrière; il en est de même des fibro-cartilages interarticulaires. Mais le cartilage d'ossification, situé au-dessus et au-dessous des noyaux osseux, est tantôt plus épais, tantôt plus mince en avant qu'en arrière. Ce fait prouve que la marche de l'*ossification n'est pas réglée par la forme primitive du cartilage, dans lequel elle se développe*, ensuite que la courbure dorsale appartient au système rachidien lui-même, puisqu'elle se manifeste au fur et à mesure que l'évolution organique de celui-ci s'accomplit.

Cette courbure se maintient à peu près avec les mêmes traits pendant les quatre ou cinq premières années. Vers cette époque, la forme en coin des vertèbres est des plus prononcées; la corde a 166mm,5 et la flèche, 5mm en moyenne. Les épiphyses cartilagineux et les disques intervertébraux présentent bien encore des irrégularités, mais elles sont trop faibles pour neutraliser les effets de l'ossification qui s'est montrée, dès l'origine, avec les caractères que l'on trouve chez l'adulte;

6° La courbure lombaire fait le plus souvent défaut à la naissance; lorsqu'elle existe, elle résulte ordinairement de l'épaisseur, en avant, des fibro-cartilages interosseux. La forme des corps vertébraux (noyaux osseux et cartilages) y contribue rarement. C'est vers l'âge de deux ans et demi à trois ans que la courbure lombaire commence à devenir plus constante; la corde mesure, en moyenne, 91mm et la flèche, 4mm,5, mais la constitution anatomique est encore très-variable: cependant on peut considérer l'inégalité de hauteur des ligaments interarticulaires comme un fait à peu près constant. A l'âge de quatre ans et demi à cinq ans, l'inflexion lombaire existe toujours; elle résulte, comme chez l'adulte, presque exclusivement de la forme des fibro-cartilages interarticulaires. La corde est, en moyenne, de 33mm et la flèche, de 4mm.

En résumé, les courbures cervicale et dorsale que présente la colonne vertébrale chez l'homme résultent de son organisation même, et non de l'action combinée de différentes causes se rattachant à la station bipède. En cela, le rachis humain, ainsi du reste

que je le démontrerai dans un second mémoire, paraît obéir aux mêmes lois que celui des animaux chez lesquels on retrouve les courbures que nous venons d'étudier. Mais il s'en écarte quant à la courbure lombaire, qui ne devient constante que lorsque l'enfant a déjà commencé à marcher.

NOTA. Les unités, dans les tableaux suivants, sont des millimètres.

Au lieu du tableau général des moyennes de la première série, j'ai donné (tableaux 1 et 1 bis) les mesures de deux pièces de cette série qui présentent des particularités intéressantes.

Tableau n° 1. — 1re série, nouveau-nés.

Numéros des corps vertébraux.		HAUTEUR — noyaux osseux — Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	cartilages d'ossification. — Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	Ligaments intervertébraux — Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	DIFFÉRENCE entre les hauteurs antérieure et postérieure des — Os.	Cartilages.	Ligaments.
Région cervicale.	2	0,00	0,00	10,50	1,00	1,10	1,00				+0,50	−0,10	
								1,00	1,00	0,50			0,00
	3	2,50	3,00	2,75	1,45 1,50	1,09 1,00	1,00 1,00				−0,50	+0,45 +0,50	
								0,80	1,00	0,30			−0,20
	4	2,50	2,60	3,50	1,25 1,50	1,00 1,00	1,00 1,10				−0,10	+0,25 +0,50	
								1,00	0,90	0,75			+0,10
	5	3,00	2,75	3,00	1,00 1,50	1,10 1,00	1,00 1,25				+0,25	−0,10 +0,50	
								0,60	1,00	0,75			−0,40
	6	3,00	3,00	3,25	1,00 1,50	1,00 1,00	1,00 1,50				0,00	0,00 +0,50	
								1,00	1,00	0,60			0,00
	7	3,50	3,75	3,80	1,00 1,50	1,00 1,50	1,00 1,00				−0,25	0,00 0,00	
								0,70	1,00	0,75			−0,30
		14,50	15,10	26,80	14,20	11,70	11,85	5,10	5,90	3,65	−0 60	+2,50	−0,80
Région dorsale	1	3,40	3,50	4,50	1,00 1,50	1,10 1,05	0,80 1,00				−0,10	−0,10 +0,45	
								0,80	1,00	0,75			−0,20
	2	4,00	4,50	5.00	1,65 1,10	1,00 1,30	0,85 0.90				−0,50	+0,65 −0,20	
								0,80	1,00	0,60			−0,20
	3	4,50	5,00	5,00	1,00 1,10	1,00 1,45	0,90 1,00				−0,50	0,00 −0,35	
								0,50	1,00	0,60			−0,50
	4	4,00	5,00	5,00	1,05 1,10	1,00 1,15	0,90 1,00				−1,00	+0,05 −0,05	
								0,65	1,00	0,75			−0,35
	5	4,40	4,90	5,00	1,00 1,50	1,00 1,00	0,75 1,00				−0,50	0,00 +0,50	
								0,50	0,55	0,50			−0,05
	6	4,80	5,10	5,00	1,00 1,25	0 95 0,90	1,00 1,00				−0,30	+0,05 +0,35	
								0,45	1,10	0,75			−0,65
	7	4,85	4,95	5,00	1,10 1,00	0,90 1,00	1,00 1,00				−0,10	+0,20 0,00	
								0,50	0,65	0,85			−0,15
	8	4,70	5,15	5,10	1,00 1,20	0,90 0,90	0,75 1,00				−0,45	+0,10 −0,30	
								0,75	1,00	0,55			−0,25
	9	5,00	6,00	5,75	1.10 1.25	0,90 0,90	1,10 0,80				−1,00	+0,20 +0,35	
								1,00	1,00	0,50			0,00
	10	5,00	6,00	6,00	1,00 1,25	0,80 1,00	0,80 1,00				−1,00	+0,20 +0,25	
								1,20	1,00	0,50			+0,20
	12	5,80	6,50	6,50	1,00 1.10	1,05 1,00	1,00 1,00				−0,70	−0,05 +0,10	
		50,45	50,60	57,85	25,25	22,25	20,55	7,15	9,30	6,35	−6,15	+2.40	−2,15
Région lombaire.								1,50	1,50	0,80			0,00
	1	5,90	5,00	7,00	1,45 1,25	1,00 1,30	0,80 1,00				+0,90	+0,45 −0,05	
								1,50	1,75	0,70			−0,25
	2	5,50	6,00	7,00	1,25 1,15	1,00 1,50	1.00 1,00				−0,50	+0,25 −0,35	
								2,00	1,50	1,00			+0,50
	3	6,15	6,50	7,50	1,00 1,50	1.00 1,00	1,00 1,10				−0,35	0,00 +0,50	
								1,75	1,45	1,00			0,30
	4	6,50	6,65	7,95	1,50 1,70	1,00 1,75	1,00 1,40				−0,15	+0 50 −0,05	
								2,50	1,00	1,10			+1,50
	5	6,00	6,00	7,00	1,45 1,50	1.50 1,05	1,00 1,15				0,00	−0 05 +0,45	
								2,00	1,50	1,00			+0,50
		30,05	30,15	36,45	13,75	12,10	10,45	11,25	8,70	5,60	−0,10	+1,65	+2,65

Tableau n° 1 *bis*. — 1re série, nouveau-nés.

	Numéros des corps vertébraux.	HAUTEUR									DIFFÉRENCE entre le devant et le derrière		
		des os			des cartilages d'ossification			des disques					
		Antérieure.	Postérieure	Médiane.	Antérieure.	Postérieure	Médiane.	Antérieure.	Postérieure	Médiane.	des os.	des cartil. d'ossif.	des disques.
Région cervicale.	2	0,00	0,00	9,80	1,00	1,00	1,00						
								1,00	1,00	0,60			
	3	2,10	2,20	2,90	1,00 1,25	1,00 1,00	0.90 1,00				−0,10	0,00 +0,25	
								1,30	1,00	0,90			+0,30
	4	2,40	2,25	3,00	0 80 1,10	1,00 1,00	0,75 0,90				+0,15	−0,20 +0,10	
								1,40	1,00	0,90			+0,40
	5	2,60	2,20	3,25	1,00 1,10	1,00 1,00	0,70 1,00				+0,40	0,00 +0,10	
								1,10	1,00	0,65			+0,10
	6	2,90	2,45	3,25	1,00 1,10	0.90 1,35	0,90 0,90				+0,45	+0,10 −0.25	
								0,60	0,80	0,70			−0,20
	7	3,30	2,50	3,90	1,10 1,20	1,10 1,40	0,60 0,95				+0,80	0,00 −0,20	
								1,40	1,10	0,70			+0.30
		13,30	11,60	26,10	11.65	11,75	9.60	6.80	5,90	4.45	+1,70	−0,10	+0,90
Région dorsale.	1	3,50	3,50	4,10	1,00 1,00	1,00 1,10	0,60 1,00				0,00	0,00 −0,10	
								0,60	0,90	0,50			−0,30
	2	4,00	4,00	4,50	0,90 1,00	1,00 1,10	0,55 0,65				0,00	−0,10 −0,10	
								0,60	1,00	0,60			−0,40
	3	4,20	4,40	4,60	0,90 1,10	1,00 1,00	0,65 0,90				−0,20	−0,10 +0,10	
								0,50	1,00	0,45			−0,50
	4	4,25	4,50	4,50	0,90 1,40	1,00 1,00	0,90 0,90				−0,25	−0,10 +0,40	
								0,60	1,10	0,45			−0,50
	5	4,00	5,00	4,50	0,90 1,10	0,90 1,10	0,75 1,00				−1,00	0,00 0,00	
								0,50	0,65	0,50			−0,15
	6	4,50	5,00	4,75	1,00 1,10	1,00 1,00	0,90 0,90				−0,50	0,00 +0,10	
								0,50	1,50	0,50			−1,00
	7	4,80	5,40	5,15	0,90 1,10	1,00 1,10	0,65 0,95				−0,60	−0,10 0,00	
								0,50	1,10	0,50			−0,60
	8	4,80	4,80	5,25	0,80 1,00	1,05 1,05	0,80 1,00				0,00	−0,25 −0,05	
								0,80	1,55	0,50			−0,75
	9	4,50	5,00	5,10	0,70 1,00	0,90 0,90	1,00 0,90				−0,50	−0,20 +0,10	
								0,80	0,75	0,50			+0,05
	10	5,00	5,40	5,30.	0,70 1,00	0,75 1,00	0,90 0,90				−0,60	−0,05 0,00	
								0,75	1,40	0,60			−0,65
	11	5,25	5,50	5,50	0,75 1,25	0,60 1,00	0,60 0,75				−0,25	+0,15 +0,25	
								1,00	1,50	1,10			−0,50
	12	5,50	5,00	6,00	1,25 1,10	0,90 1,00	0,75 0,50				+0,50	+0,35 +0,10	
		54,30	57,50	59,55	23,85	23,45	19,40	7,15	12,45	6,20	−3,20	+0,40	−5,30
Région lombaire.								1,25	1,50	1,00			−0,25
	1	6,00	5,90	6,50	1,10 1,00	0,90 1,10	0,50 0,70				+0,10	+0,20 −0,10	
								1,40	1,50	1,10			−0,10
	2	6,40	6,00	7,00	1,00 1,30	0,90 1,00	0,70 1,00				+0,40	+0,10 +0,30	
								1,60	1,70	0,90			−0,10
	3	6,50	6,00	6,90	1,30 1,40	1,10 1,10	1,00 1,00				+0,50	+0,20 +0,30	
								1,75	2,00	0,80			−0,25
	4	6,10	6,10	7,00	1,25 1,50	1,10 1,20	0,80 1,10				0,00	+0,15 +0,30	
								1,60	2,00	0,95			−0,40
	5	5,50	5,50	6,00	1,50 1,10	1,00 1,25	1,00 1,00				0,00	+0,50 −0,15	
		30,50	29,50	33,40	12,45	10,65	8,80	7,60	8,70	4,75	+1,00	+1,80	−1,10

Tableau n° 8. — 2° série, moyennes des enfants de 15 à 16 mois.

Région	Numéros des corps vertébraux	Hauteur des os — Antérieure	Hauteur des os — Postérieure	Hauteur des os — Moyenne	Hauteur des cartilages épiphysaires — Antérieure	Hauteur des cartilages épiphysaires — Postérieure	Hauteur des cartilages épiphysaires — Moyenne	Hauteur des disques — Antérieure	Hauteur des disques — Postérieure	Hauteur des disques — Moyenne	Différence entre les hauteurs antérieure et postérieure — des os	Différence — des cartilages	Différence — des ligaments
Région cervicale	2	0,00	0,00	17,15	1,50	1,50	1,00				0,00	0,00 0,00	
								2,10	1,10	1,50			+1,00
	3	3,50	3,90	4,50	1,00 1,40	1,50 1,25	1,00 1,00				−0,40	−0,50 +0,15	
								1,00	1,50	1,00			−0,50
	4	3,60	3,50	4,50	1,00 1,50	1,25 1,50	1,00 1,00				+0,10	−0,25 0,00	
								1,50	0,80	1,20			+0,70
	5	4,00	3,50	4,50	1,00 1,15	1,40 1,40	1,00 0,95				+0,50	−0,40 −0,25	
								1,60	0,60	1,35			+1,00
	6	4,10	3,50	4,50	1,10 1,40	1,40 1,40	0,95 1,00				+0,60	−0,30 0,00	
								1,85	0,75	1,60			+1,10
	7	4,50	4,75	5,00	1,25 1,50	1,40 1,50	1,00 1,00				−0,25	−0,15 0,00	
								1,40	0,50	1,15			+0,90
		19,80	19,15	40,15	13,80	15,50	10,90	9,45	5,25	7,80	+0,65	−1,70	+4,20
Région dorsale	1	5,00	6,00	5,90	1,50 1,15	1,60 1,15	1,00 1,00				−1,00	−0,10 0,00	
								2,20	1,15	1,60			+1,05
	2	6,00	6,45	6,40	1,15 1,40	1,15 1,00	1,00 1,00				−0,45	0,00 +0,40	
								1,40	1,00	1,50			+0,40
	3	6,00	6,50	6,50	1,00 1,25	1,00 1,40	1,00 1,00				−0,50	0,00 −0,15	
								1,25	0,70	1,80			+0,55
	4	6,70	7,40	6,65	1,00 1,10	1,40 1,00	1,00 1,10				−0,70	−0,40 +0,10	
								1,80	1,50	1,65			+0,30
	5	6,70	7,00	7,00	1,10 1,50	1,00 1,20	1,10 1,00				−0,30	+0,10 +0,30	
								1,00	1,10	1,50			−0,10
	6	6,50	7,00	7,15	1,00 1,80	1,20 1,40	0,80 0,90				−0,50	−0,20 +0,40	
								1,45	1,40	1,45			+0,05
	7	7,10	7,00	7,50	1,15 1,10	1,00 1,50	0,90 0,75				+0,10	+0,15 −0,40	
								1,45	1,50	1,50			−0,05
	8	7,00	7,50	7,50	1,10 1,50	1,00 1,25	0,75 0,90				−0,50	+0,10 +0,25	
								1,50	1,50	1,80			0,00
	9	7,00	7,75	8,00	1,25 1,50	1,50 1,50	0,75 0,75				−0,75	−0,25 0,00	
								1,50	1,50	2,00			0,00
	10	7,40	7,40	8,50	1,25 1,50	1,50 1,40	0,75 0,75				0,00	−0,25 +0,10	
								1,50	2,00	2,00			−0,50
	11	8,20	8,00	8,75	1,50 1,25	1,15 1,40	0,75 0,70				+0,20	+0,35 −0,15	
								2,00	2,00	2,60			0,00
	12	8,75	8,50	8,60	1,50 1,50	1,40 1,50	0,70 1,00				+0,25	+0,10 0,00	
		82,35	86,50	88,45	31,05	30,60	20,65	17,05	15,35	19,40	−4,15	+0,45	+1.70
								2,50	2,20	1,75			+0,30
Région lombaire	1	9,10	8,90	10,60	1,50 1,25	1,60 1,50	0,50 0,75				+0,20	−0,10 −0,25	
								2,50	2,50	2,70			0,00
	2	10,60	9,75	11,00	1,25 1,25	1,50 1,50	0,75 0,80				+0,85	−0,25 −0,25	
								2,70	3,00	3,40			−0,30
	3	10,50	10,50	11,00	1,25 1,60	1,50 1,65	0,80 1,00				0,00	−0,25 −0,05	
								3,00	3,00	3,40			0,00
	4	9,75	10,50	10,60	1,60 2,00	1,35 1,50	1,00 1,00				−0,75	+0,25 +0,50	
								3,30	3,00	3,50			+0,30
	5	9,70	9,15	10,00	1,50 2,00	1,50 1,50	1,00 1,50				+0,55	0.00 +0,50	
		49,65	48,80	53,20	15,20	15,10	9,10	14,00	13,70	14, 75	+0,85	+0,10	+0,30

Tableau n° 8. — 2e série, moyennes des enfants de 2 ans environ.

Numéros des corps vertébraux.		HAUTEUR des os Antérieure.	des os Postérieure	des os Médiane.	des cartilages épiphysaires Antérieure.	des cartilages épiphysaires Postérieure	des cartilages épiphysaires Médiane.	des disques Antérieure.	des disques Postérieure	des disques Médiane.	DIFFÉRENCE entre le devant et le derrière des os.	des cartil. d'ossif.	des disques.
Région cervicale.	2	0,00	0,00	20,00	2,40	2,00	1,50					+0,40	
								3,60	1,60	2,25			+2,00
	3	4,00	4,00	4,50	1,50 2,00	2,00 1,60	1,40 1,50				0,00	−0,50 +0,40	
								2,50	1,50	2,10			+1,00
	4	4,00	4,00	4,75	1,50 1,50	1,90 1,50	1,40 1,00				0,00	−0,40 0,00	
								2,50	1,50	2,60			+1,00
	5	3,00	4,00	4,50	2,00 1,75	2,00 1,75	1,00 1,00				−1,00	0,00 0,00	
								2,00	1,00	2,50			+1,00
	6	4,40	4,40	5,00	2,00 2,00	1,75 1,50	1,00 1,25				0,00	+0,25 +0,50	
								2,50	1,50	2,40			+1,00
	7	4,50	5,60	5,15	1,80 1,50	1,50 1,50	1,00 1,00				−1,10	+0,30 0,00	
								2,40	1,10	1,60			+1,30
		19,90	22,00	44,90	19,95	19,00	13,05	15,50	8,20	13,45	−2,10	+0,95	+7,30
Région dorsale.	1	6,45	6,70	6,92	1,30 1,45	1,00 1,55	1,00 1,05				−0,25	+0,30 −0,05	
								1,50	1,25	1,40			+0,25
	2	7,12	7,73	7,65	1,25 1,30	1,00 1,80	1,00 1,25				−0,61	+0,25 −0,50	
								1,70	1,20	1,45			+0,50
	3	7,90	7,25	8,15	1,15 1,55	1,45 1,75	1,00 1,20				+0,65	−0,30 −0,20	
								1,27	1,25	1,45			+0,02
	4	7,87	8,55	8,40	1,37 1,87	1,25 1,67	0,87 1,15				−0,68	+0,12 +0,20	
								1,10	1,47	1,37			−0,37
	5	7,83	8,37	8,00	1,30 1,75	1,17 1,50	0,85 1,00				−0,54	+0,13 +0,25	
								0,83	1,43	1,37			−0,60
	6	8,00	8,80	9,07	1,37 1,90	1,07 1,47	1,00 1,07				−0,80	+0,30 +0,43	
								1,25	1,83	1,75			−0,58
	7	7,87	8,63	8,77	1,30 1,63	1,33 1,55	0,87 1,05				+0,76	−0,03 +0,08	
								1,70	1,65	2,33			+0,05
	8	8,25	8,75	9,00	1,65 1,75	1,75 1,75	0,95 1,12				−0,50	−0,10 0,00	
								1,47	1,77	2,37			−0,30
	9	8,87	9,00	9,25	1,50 1,85	1,37 1,70	1,00 1,12				−0,13	+0,13 +0,15	
								1,37	1,63	2,25			−0,26
	10	10,12	9,50	10,00	1,35 1,72	1,65 1,80	1,25 1,25				+0,62	−0,30 −0,08	
								1,43	2,33	2,30			−0,90
	11	10,63	9,87	10,75	1,57 1,85	1,70 2,05	1,05 1,17				+0,76	−0,13 −0,20	
								1,65	1,75	1,95			−0,10
	12	11,25	10,07	11,75	1,50 2,23	1,87 2,17	1,12 1,50				+1,18	−0,37 +0,06	
		102,16	103,22	107,71	37,46	37,37	25,89	15,27	17,56	99,99	−1,06	+0,09	−2,29
								1,63	1,98	2,05			−0,35
Région lombaire.	1	11,55	11,50	12,20	1,75 2,00	1,83 1,88	1,25 1,48				+0,05	−0,08 +0,12	
								3,15	2,50	2,95			+0,65
	2	11,75	12,55	12,88	1,65 2,28	1,75 2,13	1,18 1,18				−0,80	−0,10 +0,15	
								3,23	2,03	3,70			+1,20
	3	12,25	12,60	13,13	2,00 2,50	2,13 1,95	1,13 1,50				−0,35	−0,13 +0,55	
								3,25	2,68	3,45			+0,57
	4	12,38	12,63	12,35	2,00 1,80	2,00 2,05	1,95 1,58				−0,25	0,00 −0,25	
								3,95	2,55	3,88			+1,40
	5	12,63	11,25	12,00	1,63 2,20	2,00 2,08	1,58 1,75				+1,38	−0,37 +0,12	
		60,56	60,53	62,46	19,81	19,80	14,58	15,21	11,74	16,03	+0,03	+0,01	+3,47

Tableau n° 4. — 4e série, moyennes des enfants de 5 ans environ.

Numéros des corps vertébraux.		HAUTEUR des noyaux osseux. Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	HAUTEUR des cartilages épiphysaires Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	HAUTEUR des disques. Antérieure.	Postérieure	Moyenne.	Différence de hauteur entre le devant et le derrière. des os.	des cartil. d'ossif.	des disques.
Région cervicale.	2	0,00	0,00	19,00	0,00 2,50	0,00 1,50	0,00 1,40					+1,00	
								3,00	2,00	3,25			+1,00
	3	4,25	5,00	4,60	1,40 1,60	1,55 1,50	1,00 1,00				−0,75	−0,15 +0,10	
								2,60	1,70	3,00			+0,90
	4	4,60	5,45	5,00	1,40 1,65	1,50 1,50	1,00 1,10				−0,85	−0,10 +0,15	
								2,40	1,60	3,00			+0,80
	5	4,50	5,50	5,25	1,75 2,20	1,50 1,45	1,10 1,00				−1,00	+0,25 +0,75	
								2,40	1,25	3,10			+1,15
	6	5,00	5,75	5,55	1,60 2,00	1,50 1,50	1,10 1,15				−0,75	+0,10 +0,50	
								3,15	1,60	3,10			+1,55
	7	5,75	6,70	5,50	1,25 1,35.	1,15 1,60	1,00 1,00				−0,95	+0,10 −0,25	
								3,20	2,00	3,50			+1,20
		24,10	28,40	44,00	18,70	16,25	11,85	16,75	10,15	18,95	−4,30	+2,45	+6,60
Région dorsale.	1	6,50	8,00	7,40	1,10 1,50	1,90 1,50	1,10 1,00				−1,50	−0,80 0,00	
								2,80	1,50	2,75			+1,30
	2	7,50	8,80	8,60	1,25 1,60	1,50 1,40	1,00 1,10				−1,30	−0,25 +0,20	
								2,10	1,00	2,60			+1,10
	3	8,15	8,80	8,50	1,50 1,45	1,70 1,55	1,00 1,00				−0,65	−0,20 −0,10	
								2,00	1,10	2,90			+0,90
	4	8,45	9,45	9,00	1,25 1,60	1,60 1,50	2,00 1,10				−1,00	−0,35 +0,10	
								1,75	1,50	1,75			+0,25
	5	8,00	9,45	9,00	1,20 1,60	1,40 1,00	1,10 1,15				−1,45	−0,20 +0,60	
								1,60	1,05	1,70			+0,55
	6	7,80	8,75	9,40	1,75 1,90	1,60 2,00	1,15 1,10				−0,95	+0,15 −0,10	
								1,55	1,20	1,70			+0,35
	7	8,30	9,10	9,40	1,40 1,30	1,40 1,50	1,10 1,20				−0,80	0,00 −0,20	
								1,85	1,90	2,10			−0,05
	8	9,00	9,70	9,50	1,85 2,00	1,85 1,90	1,20 1,15				−0,70	0,00 +0,10	
								1,85	2,25	3,10			−0,40
	9	10,75	10,00	10,00	1,75 2,00	1,60 1,75	1,15 1,00				+0,75	+0,15 +0,25	
								2,00	2,60	3,15			−0,60
	10	10,50	10,50	10,00	1,60 1,85	1,75 1,50	1,40 1,25				0,00	−0,15 +0,35	
								1,85	2,70	3,00			−0,85
	11	11,50	10,75	11,50	1,75 1,90	2,00 1,60	1,60 1,10				+0,75	−0,25 +0,30	
								2,00	2,45	3,20			−0,45
	12	11,50	11,75	12,00	1,75 2,05	1,75 2,00	1,00 1,25				−0,25	0,00 +0,05	
		107,95	115,05	114,30	38,90	39,25	28,20	21,35	19,25	27,95	−7,10	−0,35	+2,10
								2,50	3,15	3,10			−0,65
Région lombaire.	1	12,[illegible]0	12,75	13,40	1,90 2,00	1,25 2,00	1,20 1,00				−0,55	+0,65 0,00	
								3,75	3,20	4,50			+0,55
	2	12,50	13,00	14,10	1,90 2,10	1,70 2,00	0,95 1,00				−0,50	+0,20 +0,10	
								4,75	3,00	4,75			+1,75
	3	13,00	13,40	13,75	1,75 2,10	2,00 2,50	0,75 0,70				−0,40	−0,25 −0,40	
								4,90	3,00	5,65			+1,90
	4	12,25	12,00	13,75	2,00 2,40	2,25 2,50	0,90 1,50				+0,25	−0,25 −0,10	
								6,65	4,75	6,15			+1,90
	5	13,00	10,15	13,00	1,70 2,20	2,25 2,00	1,10 1,75				+2,85	−0,55 +0,20	
								8,20	3,70	6,45			+4,5[illegible]
		62,95	64,30	68,05	20,05	20,45	10,85	30,75	20,80	30,60	+1,65	−0,40	+9,9[illegible]

ÉTUDE

SUR LES

CAUSES DE LA RÉACTION ACIDE DE L'URINE

NORMALE CHEZ L'HOMME

ET DE SA VARIATION

Par M. le docteur H. BYASSON
Pharmacien en chef de l'hôpital du Midi.

Nous examinerons en premier lieu les causes auxquelles l'acidité de l'urine a été attribuée ; en second lieu celles auxquelles nous pensons qu'elle doit être rapportée ; et enfin nous traiterons de l'action qne l'acide urique exerce sur le phosphate neutre de soude.

I. — DES CAUSES AUXQUELLES L'ACIDITÉ DE L'URINE A ÉTÉ ATTRIBUÉE.

Dans les conditions physiologiques normales, l'urine de l'homme présente une réaction acide bien nette ; c'est là un premier fait trop facile à vérifier pour qu'il soit possible de le contester. Mélangez dans un même vase l'urine provenant des émissions exécutées dans les vingt-quatre heures, et le papier de tournesol que vous y plongerez sera manifestement rougi, et il faudra ajouter au liquide une quantité d'alcali (potasse ou soude) très-appréciable pour l'amener à la neutralité.

Un deuxième fait, aussi bien établi que le précédent, est la différence d'acidité des diverses émissions d'urine de la journée. Les observations de Delavaud, publiées en 1853, montrent que la première émission, après le sommeil de la nuit, est acide, les émissions successives jusqu'au premier repas, sont neutres ou très-légèrement acides, les émissions pendant le reste de la journée sont acides. (*Société de Biologie*, 1853.)

Un troisième fait est l'augmentation de l'acidité pendant une durée moyenne de sept heures après la miction.

L'explication de ces trois faits, et en particulier du premier, a subi de nombreuses variations, en rapport, pour le plus grand nombre, avec les progrès de la chimie, pour certaines avec le point de vue spécial sous lequel les auteurs se sont placés. Quand on consulte les ouvrages de physiologie les plus récents, les traités spéciaux, on est frappé par la divergence des opinions qui règnent, le nombre des théories formulées, preuve évidente que c'est une question à résoudre. Nous allons faire connaître les explications principales qui ont été proposées, et en les discutant nous arriverons à formuler une opinion non irrévocable, mais en rapport avec les données actuelles de la science, et que nous appuierons de quelques faits peu connus ou passés inaperçus.

En 1794, Fourcroy et Poulletier Delassalle commencent à déterminer les propriétés de l'acide urique, et en 1806, Fourcroy et Vauquelin attribuent l'acidité de l'urine, à l'acide acétique combiné aux sulfates.

Thenard, en 1806, dans son mémoire sur l'acide de la sueur et de l'urine, conclut à la présence de l'acide acétique.

Berzelius fait connaître, en 1810, ses analyses sur l'urine, et attribue son acidité à la présence de l'acide lactique libre. Cette opinion régna dans la science pendant longtemps, sans être contestée, et elle est encore admise par un petit nombre de savants.

Prout, en 1824, dans son étude sur les causes qui peuvent amener les maladies des reins, cherche à démontrer que l'acide urique n'existe pas dans l'urine à l'état libre.

Vigla et Quévenne, dès 1847, démontrent, au contraire, que l'acide urique existe en grande partie à l'état libre, et que l'urine lui doit son acidité.

A la même époque, Donné accepte l'interprétation de Prout : l'acide urique est toujours à l'état d'urate alcalin. Rayer, en 1839, dans son traité sur les maladies des reins, adopte cette manière de voir, et quant à la cause de l'acidité, il se range à l'opinion de Berzelius. Quelques années plus tard, Lecanu, Bouchardat et d'autres auteurs signalent dans l'urine normale des dépôts spontanés d'acide urique pur.

En 1832, Liebig signale l'action de l'acide urique sur les phos-

phates basiques qu'il transforme en phosphates neutres et même acides. En 1844, il confirme la présence de l'acide hippurique dans l'urine normale de l'homme signalée déjà par Lehmann, en 1839.

Robin et Verdeil (*Chimie anatomique*. Paris, 1853, in-8°, t. II), et successivement la plupart des auteurs modernes et en particulier Beales, Bence Jones, Golding Bird, Neubauer, Vogel, etc., attribuent au phosphate acide de soude la réaction acide de l'urine ; c'est également l'opinion adoptée par la plupart des physiologistes français, Béraud et Béclard entre autres, quelques-uns, comme Longet, conservant l'ancienne explication de Berzelius. On voit par ce rapide aperçu combien ont varié les théories relatives à la cause de l'acidité des urines.

Quant à la variation de l'acidité de l'urine, suivant les heures de la journée, signalée d'abord par Owen Rees, puis par Delavaud, Bence Jones, Roberts, elle a été expliquée de deux manières différentes. Suivant Bence Jones, l'acidité de l'urine augmenterait quand la sécrétion du suc gastrique diminue, et inversement; d'où la conséquence que l'urine émise peu après le repas serait la moins acide. Roberts admet que la diminution de l'acidité après les repas est due au passage rapide des sels alcalins des aliments dans le sang et l'urine.

Pour l'interprétation du troisième fait, Schérer a admis une fermentation urique, dont le ferment est le mucus que contient toujours l'urine normale, et la plupart des auteurs l'ont reproduite après lui.

L'analyse chimique des urines, avec la connaissance plus parfaite que nous avons aujourd'hui des acides acétique et lactique, ne peut parvenir à isoler ces deux corps dans l'urine normale : c'est là un fait incontesté et qui nous dispensera d'insister sur les opinions les plus anciennes touchant la cause de l'acidité. Il est impossible, même par l'observation microscopique, de mettre en évidence la présence des lactates dans l'urine normale.

La question sur le premier fait se pose à nous de la manière suivante :

1° L'acidité de l'urine est-elle due à l'acide urique, et cet acide existe-t-il à l'état libre dans l'urine?

2° L'acidité de l'urine est-elle due au phosphate acide de soude produit par l'action de l'acide urique ?

3° L'acidité de l'urine est-elle due à plusieurs acides existant à l'état de liberté ? Quels sont ces acides ?

En premier lieu, l'acide urique existe-t-il en partie à l'état libre ? Nous avons vu le fait avancé et nié par les auteurs les plus éminents; l'expérience suivante que nous avons déjà signalée dans notre travail sur la *relation qui existe à l'état physiologique entre l'activité cérébrale et la composition des urines*, doit, selon nous, trancher la question : Placez dans une éprouvette de l'urine du matin, surtout quand le sommeil a succédé à un exercice musculaire un peu énergique, versez à la surface une légère couche d'huile de pétrole et abandonnez dans un lieu frais. Après quarante-huit heures l'urine a déposé des cristaux d'acide urique coloré qui, lavés et calcinés sur une lame de platine, ne laisseront pas le moindre résidu. L'urine a conservé ses caractères de limpidité, d'acidité, et ne paraît pas avoir éprouvé d'altération. L'expérience ne peut être faite avec l'urine de la journée, la proportion d'acide urique n'étant pas, en général, suffisante pour permettre à ce corps de cristalliser. Lorsqu'on sature de l'eau distillée bouillante par de l'acide urique, la liqueur présente une réaction à peine acide et nullement comparable à celle de l'urine normale. Si l'on fait dissoudre préalablement de l'urée dans l'eau, la solubilité de l'acide urique, surtout si l'on chauffe la liqueur vers 30 degrés, sera très-augmentée : même dans ces conditions, la réaction acide sera à peine manifeste. Par conséquent, s'il est vrai qu'une partie de l'acide urique existe à l'état de liberté dans l'urine, on ne peut lui attribuer qu'une très-faible part de sa réaction acide.

L'acidité de l'urine n'est pas due au phosphate acide de soude formé par l'action de l'acide urique sur le phosphate de soude basique ou neutre.

Laissons de côté le phosphate basique de sonde, qui ne peut exister dans l'économie animale, puisque tous les liquides renferment des proportions variables d'acide carbonique libre qui le décomposerait. Le phosphate neutre de soude a une réaction légè-

rement alcaline. Il est facile de vérifier, d'après Liebig, qu'il augmente la solubilité dans l'eau de l'acide urique; de telle façon que, à l'ébullition, 200^{cc} d'eau renfermant 22 de phosphate neutre de soude, peuvent dissoudre 0^{gr},221 d'acide urique et, après refroidissement et repos de quarante-huit heures, une portion de l'acide urique, environ 0,096, reste en dissolution, quantité supérieure à celle que l'eau distillée peut dissoudre. Faisons bouillir pendant plusieurs heures une dissolution de phosphate neutre de soude en présence d'un grand excès d'acide urique, filtrons la liqueur bouillante pour séparer l'excès d'acide urique et laissons refroidir. Le liquide a une réaction à peine acide, analogue à celle de l'acide urique seul. Après vingt-quatre heures, il s'est séparé un corps cristallisé; l'acidité de la liqueur n'a ni diminué ni augmenté : cette expérience fondamentale, signalée comme produisant des résultats positifs, nous a toujours donné un résultat négatif. Comment d'ailleurs l'acide urique, qui ne décompose pas les carbonates, qui est chassé de ses combinaisons par l'acide carbonique, pourrait-il décomposer le phosphate neutre de soude, sel stable et que l'acide carbonique ne décompose pas? Si l'on examine le corps qui a cristallisé de la liqueur de phosphate de soude saturée d'acide urique, on reconnaît manifestement deux corps : l'un présente les caractères de l'acide urique, l'autre, ceux que l'on décrit habituellement comme étant de l'urate de soude. On ne peut les séparer d'une manière complète, ou du moins nous n'y avons pas réussi. Si l'on calcine ce mélange bien lavé sur une lame de platine, il reste un résidu; la lame de platine est attaquée légèrement, comme dans le cas de la calcination des phosphates mélangés à des matières organiques; enfin, l'analyse démontre la présence de phosphate mélangé avec un peu de carbonate de soude qui est un produit secondaire et de cyanure de sodium. Nous pensons que l'eau de constitution du phosphate neutre est remplacée par l'acide urique, de la même manière que l'acide borique prend la place de l'eau dans les tartrates acides. Nous avons, jusqu'à présent, échoué quand nous avons voulu séparer ce corps avec de l'acide urique libre. Ajoutons que dans plusieurs circonstances, ayant rencontré des urines laissant déposer des sédiments décrits comme

étant de l'urate de soude, leur calcination nous a donné un résidu de phosphate dont le poids s'est toujours beaucoup rapproché du dixième du poids total.

De ces faits nous concluons que l'acidité de l'urine n'est pas due au phosphate acide de soude; en second lieu, il est probable que l'urine normale renferme l'acide urique sous deux états : 1° à l'état libre; 2° conjugué au phosphate de soude neutre.

II. — DES CAUSES AUXQUELLES L'ACIDITÉ DE L'URINE DOIT ÊTRE ATTRIBUÉE.

L'acidité de l'urine est due à plusieurs acides qui sont les suivants, dans l'ordre croissant d'influence : 1° acide urique ; 2° acide carbonique; 3° acide hippurique. Nous savons déjà que l'acide urique existe du moins en partie à l'état libre, et que sa réaction sur le papier de tournesol est à peine sensible.

Plusieurs auteurs, et en particulier Morin, ont démontré que l'acide carbonique existe dans l'urine et que l'activité musculaire en augmente beaucoup la quantité.

Lorsqu'on distille de l'urine de façon à la réduire de moitié, la partie distillée est à peine acide, et l'acidité ne persiste pas par la dessiccation du papier de tournesol, preuve que l'acide carbonique en est la cause et non un acide volatil, tel que l'acide formique qu'on trouve dans la sueur. Le résidu de la distillation est également acide; si on lui restitue le volume primitif et qu'on évalue l'acidité, on trouve une diminution qui correspond à environ le quart.

L'acide hippurique est un principe constant de l'urine normale. Liebig, Lehman, Bence Jones, Thudichum, Hallwachs, Neubauer, sont affirmatifs à cet égard : la moyenne est d'environ 0gr,30 par jour. Cet acide a une réaction des plus marquées sur le papier de tournesol. L'eau contenant du phosphate de soude et de l'urée, en retient en solution une proportion notable. Il n'enlève pas la soude au phosphate neutre, et il se dépose à l'état libre d'une solution bouillante de ce sel. Faisons une urine artificielle avec les corps suivants et dans les proportions indiquées comme moyenne de la

composition des urines : eau, urée, acide urique, acide hippurique, eau chargée d'acide carbonique, phosphate de soude, chlorure de sodium, sulfate de magnésie ; ayons la précaution d'employer des sels purs, et chauffons jusqu'à 40 degrés. La liqueur est limpide, toutes les substances se sont dissoutes, la liqueur est acide : après quarante-huit heures, elle laisse déposer un peu d'acide urique. D'après ces faits, nous croyons pouvoir conclure que l'acide urique, l'acide carbonique, l'acide hippurique, concourent seuls par ordre croissant à donner à l'urine normale de l'homme sa réaction acide. (Voyez dans ce *Recueil*, année 1869, p. 557.)

La variation dans l'acidité peut recevoir une autre explication que celles qui ont été proposées. L'urine du matin la plus acide, se rapporte, comme formation de ses éléments, en quantité surtout, à la plus grande partie de la journée précédente. Les substances produites dans la profondeur des tissus, par la vie et l'activité spéciales aux éléments histologiques dont ils sont formés, ne peuvent s'éliminer au fur et à mesure de leur formation : s'il es vrai que quelques sels apparaissent dans l'urine quelques minutes après leur ingestion, on ne peut assimiler cette élimination rapide à celle des substances produites dans la trame même des tissus et dont l'économie se débarrasse en grande partie pendant le sommeil réparateur. L'urine la moins acide est celle qui suit immédiatement le premier repas, c'est-à-dire qui est émise environ quatre heures après le lever : les autres émissions sont toujours acides : il faut également tenir compte de la grande quantité d'eau ingérée dans un temps très-court, au moment du repas, et dont une grande portion passe rapidement dans les urines. La variation dans l'acidité de l'urine s'explique donc en tenant compte des deux conditions principales dans lesquelles elle se produit : la plus acide renferme les matériaux produits pendant l'activité la plus grande et elle est aussi la plus dense ; la moins acide correspond à la période de repos et en même temps à l'ingestion des boissons.

Nous ne croyons pas à l'influence du suc gastrique, par la raison qu'il devrait exister un minimum d'acidité correspondant au repas du soir, ce qui n'a pas lieu d'une manière aussi marquée que pour le repas du matin, et quant aux sels alcalins ingérés

pendant l'alimentation, s'ils ont une action, nous la considérons comme secondaire.

L'augmentation de l'acidité pendant une période d'environ sept heures qui suit son émission, est, comme nous l'avons dit, bien réelle. Mais y a-t-il une fermentation urique? Disons tout d'abord que cette explication, par une fermentation, est la grande ressource dans tous les cas embarrassants de ce genre : les fermentations proprement dites sont déjà assez nombreuses pour qu'il soit inutile d'en inventer de nouvelles, et, dans tous les cas, on ne fait, en les interprétant comme des actes corrélatifs de la vie de certains êtres, que reculer l'explication chimique des faits fondamentaux qui en sont la base. S'il était vrai qu'il y eût production d'acide urique après l'émission, acide urique qui, réagissant sur les phosphates alcalins d'après la réaction admise, augmenterait l'acidité de l'urine, l'expérience suivante devrait déceler cette formation. Immédiatement après une miction, nous faisons deux parts de l'urine : l'une est additionnée d'acide chlorhydrique dans une forte proportion, de façon sinon à tuer absolument le ferment, du moins à diminuer ou à retarder considérablement son action. L'acide urique précipité sera dosé avec soin! L'autre portion d'urine est abandonnée à elle-même pendant douze heures, et après ce temps, elle est additionnée d'acide chlorhydrique. Il nous a été impossible, à plusieurs reprises, de trouver une différence dans les poids d'acide urique obtenus. Si l'on inventait une fermentation hippurique, il serait plus difficile de la contredire, parce que l'acide hippurique ne peut être dosé assez exactement. Nous pensons qu'au moment de son émission et à cause même de son mode de formation dans le rein, l'urine a plusieurs de ses éléments combinés ou copulés entre eux, de façon que les propriétés propres à chaque corps sont en partie masquées. Pendant les quelques heures qui suivent l'émission, les éléments de l'urine tendent à s'isoler à cause des faibles affinités, jusqu'à ce que la décomposition commence. Il y aurait un moyen de résoudre ou plutôt de rendre très-probable cette explication : si elle est vraie, la vessie n'étant qu'un réservoir où l'urine séjourne avec cette différence qu'elle y est à l'abri du contact de l'air et maintenue à une tempé-

rature normale, l'acidité doit augmenter également pendant ce séjour. Par conséquent, il faudrait examiner l'acidité de l'urine au moment où elle s'écoule par un des uretères, et comparativement laisser l'autre intact pour pouvoir laisser séjourner l'urine dans la vessie : on vérifierait que la proportion d'acide urique n'a pas augmenté depuis son apparition dans les urines au sortir des reins.

Nous croyons avoir donné pour les trois faits précités concernant l'acidité des urines normales et la variation, les interprétations les plus en rapport avec l'état actuel de nos connaissances, et les seules qui, en attendant de nouvelles expériences, puissent expliquer celles que nous avons indiquées.

Dans l'état anormal, un très-grand nombre d'acides a été signalé ; mais nous ne pouvons ici traiter des questions de fait, dont le contrôle n'est pas toujours possible.

Nous signalerons en terminant l'habitude de quelques auteurs allemands et anglais, qui consiste à déterminer le degré de l'acidité de l'urine comme si elle était due à de l'acide oxalique, parce que pour doser la solution alcaline, on emploie une solution de cet acide. Il nous paraîtrait plus rationnel d'exprimer l'acidité par la quantité d'alcali réel nécessaire à ramener l'urine à la neutralité, sauf à employer, comme cela est nécessaire, une solution titrée acide pour vérifier le titre de sa solution alcaline. Dans ce cas, les solutions titrées d'acide sulfurique sont, au moins en France, presque universellement employées et la base réelle de presque tous les dosages volumétriques effectués. Pour ces motifs nous pensons, sans y attacher toutefois plus d'importance que le fait n'en comporte, qu'il conviendrait de ne pas exprimer en poids d'acide oxalique l'acidité de l'urine, mais bien, soit en alcali anhydre ou hydraté, soit en acide sulfurique.

III. DE L'ACTION DE L'ACIDE URIQUE SUR LE PHOSPHATE NEUTRE DE SOUDE.

Après le rapide exposé que nous venons de faire sur la cause de l'acidité de l'urine normale de l'homme, il nous reste à développer deux points principaux : 1° l'action de l'acide urique sur

le phosphate neutre de soude; 2° la recherche et le dosage de l'acide hippurique dans l'urine de l'homme, dans les conditions physiologiques normales. Nous traiterons ici la première question, réservant la seconde pour une étude ultérieure, malgré les matériaux que nous possédons déjà.

Nous commençons par soumettre à plusieurs cristallisations successives le phosphate neutre de soude, de façon à l'obtenir dans des conditions de pureté à peu près complète : on peut, comme contrôle, évaluer le poids de pyrophosphate de soude fourni par une quantité connue de phosphate. La solution de ce sel sur laquelle nous ferons agir l'acide urique est faite dans la proportion suivante : eau distillée 500 grammes, phosphate neutre de soude 10 grammes. L'acide urique employé est purifié par dissolution dans une solution de potasse et précipitation par l'acide chlorhydrique suivi d'un lavage opéré avec soin. Comme contrôle, nous vérifions que la calcination sur une lame de platine ne donne lieu à aucun résidu.

La solution de phosphate de soude étant portée à une température voisine de l'ébullition, nous ajoutons 5 grammes d'acide urique. Une portion d'acide urique se dissout rapidement. Si l'on entretient pendant dix heures la solution à peu près bouillante en prenant la précaution de remplacer l'eau qui s'évapore et si l'on filtre avant refroidissement, on reconnaît : 1° que la liqueur filtrée est à peine acide; 2° qu'elle laisse déposer par le refroidissement et pendant les vingt-quatre heures qui suivent un corps blanc légèrement floconneux; 3° en évaluant par une solution titrée de potasse l'acidité avant et après cristallisation, on trouve une différence en moins pour la liqueur refroidie et qu'on a laissé déposer pendant plusieurs heures.

L'acide urique en excès, séparé par filtration de la liqueur bouillante, n'est plus de l'acide urique pur : il laisse par la calcination un résidu composé de carbonate de soude, de cyanure de sodium, de pyrophosphate de soude. Le corps qui s'est séparé par le refroidissement de la liqueur sous l'apparence de flocons blancs, laisse également par la calcination un résidu composé des trois sels précédents. Il est bien entendu que les lavages de ces

dépôts sont effectués avec le plus grand soin et qu'une certaine quantité est dissoute, condition qui ne permet pas des dosages précis. L'observation micrographique permet de reconnaître l'acide urique sous les deux formes suivantes : 1° lamelles rhomboïdales irrégulières ; 2° faisceaux composés de fines aiguilles. Il y a de plus un composé que nous croyons être une combinaison d'acide urique et de phosphate de soude sous la forme de groupements arrondis hérissés de pointes dont quelques-uns sont formés de lamelles losangiques, étoilées ; cette dernière forme se rapporte à celle qui est figurée dans les traités comme étant celle de l'urate d'ammoniaque d'une part, de l'urate de soude artificiel de l'autre ; on y voit un troisième corps en quantité très-faible, composé de granulations sans structure cristalline apparente et qui se rapporte à l'urate de soude spontané des urines.

Cette expérience, répétée un très-grand nombre de fois et avec les mêmes résultats, nous paraît mettre en évidence les faits suivants : 1° l'augmentation considérable de la solubilité de l'acide urique dont une portion reste en dissolution ; 2° la formation de quantités très-faibles d'urate alcalin et que l'on pourrait rapporter à la pureté imparfaite du phosphate de soude malgré les soins pris pour le purifier ; 3° l'impossibilité d'admettre que l'acide urique enlève si facilement la soude au phosphate neutre de soude.

Mais si l'on s'arrêtait à ce point de l'expérience, on n'aurait qu'une partie des résultats et nous allons voir combien la question se complique. Chauffons de nouveau la solution de phosphate de soude qui a subi l'action d'un excès d'acide urique qu'on a séparé, solution qui est restée au moins vingt-quatre heures en repos pour laisser déposer le sel dont nous avons parlé : ajoutons, par petites fractions, de l'acide urique, en nous arrêtant dès que la solution ne reprend plus sa limpidité. Au bout de quelques instants, cette solution, toujours à la même température, se trouble et laisse déposer un corps floconneux blanc et qu'une ébullition prolongée ne peut redissoudre.

On le sépare par filtration de la liqueur bouillante, et après l'avoir lavé avec soin, on le sèche en le comprimant à plusieurs reprises entre des doubles de papier à filtre. L'observation micro-

scopique montre qu'il est formé presque entièrement de globules arrondis hérissés de pointes, mélangés de quelques faisceaux d'aiguilles allongées. Par l'action de l'acide nitrique et sans l'emploi de l'ammoniaque, il donne la coloration rouge des plus brillants de la murexide; par la calcination on obtient encore un mélange de cyanure alcalin et de petites quantités de pyrophosphate de soude: le poids de ce résidu est égal, pour 1 gramme de produit désséché, à 0,123. La solution refroidie laisse déposer le même corps que précédemment, son acidité a augmenté. En recommençant sur elle la même opération un certain nombre de fois successivement, on obtient le même résultat.

Finalement on fait évaporer à siccité cette solution, et si on la calcine, on reconnaît qu'elle renferme en solution une quantité relativement considérable d'acide urique et que nous avons vu s'élever à 1 gramme pour 3 grammes de résidu salin : le résidu de la calcination est franchement alcalin et composé de pyrophosphate de soude et d'une petite quantité de cyanure de sodium.

Tel est l'ensemble des faits observés et dont l'interprétation pour tous ne nous paraît pas aisée. Comment expliquer en effet qu'à un moment donné la solution d'acide urique dans le phosphate de soude se trouble? Se produit-il une modification de cet acide ou une décomposition partielle qui produirait un peu d'ammoniaque? Nous savons bien, surtout par les travaux de Bence Jones, que l'urate acide de soude et même un urate qu'il a décrit à quatre équivalents d'acide, sont peu solubles dans l'eau bouillante : mais leur solubilité est bien plus considérable que celle de l'acide urique, et si l'urate acide de soude se formait en grande quantité et facilement, pourquoi dans le premier traitement par un excès d'acide urique le phosphate de soude n'a-t-il pas cédé une quantité suffisante de soude pour que la liqueur devienne manifestement acide? Les quantités de phosphate, quoique très-faibles, que l'analyse y décèle pourraient faire admettre une combinaison de ce sel avec un certain nombre d'équivalents d'acide urique; mais malgré plusieurs analyses et dosages de phosphate nous n'avons pu obtenir une concordance suffisante. Si pour empêcher par la calcination la formation du cyanure et la disparition

d'une certaine proportion d'acide phosphorique, on fait intervenir l'acide nitrique ou l'eau régale pour détruire l'acide urique, nous obtenons des chiffres qui sont très-voisins de la proportion suivante : quatre équivalents d'acide urique et un de phosphate; mais d'un autre côté ce corps, chauffé avec un alcali fixe, nous a paru dégager de l'ammoniaque, de telle sorte que nous aurions affaire à un mélange et l'on comprendra notre réserve.

La solution de phosphate de soude, traitée successivement comme nous l'avons dit, est devenue acide ; mais l'analyse nous a montré qu'on retrouvait une quantité relativement considérable d'acide urique et, en second lieu, que l'acidité disparaissait si l'on détruisait cet acide urique. Ces deux faits prouvent évidemment que l'acide urique se combine au phosphate de soude et que cette combinaison est soluble. L'acide urique, dont la réaction est peu acide à cause de sa faible solubilité, se trouve alors dans le cas d'une solution d'acide carbonique faite à plusieurs atmosphères de pression : la réaction au papier de tournesol se trouve très-augmentée et comparable à celle des acides minéraux énergiques. Si la réaction acide était due au phosphate acide de soude, elle devrait persister après calcination et reprise par l'eau. Cette combinaison d'acide urique pourrait être formulée en remplaçant l'eau de constitution du phosphate par l'acide urique : on voit que le phosphate urico-sodique ne se produit que très-lentement et par l'action répétée de plusieurs doses d'acide urique.

Nous avons démontré que l'urine normale renferme de l'acide urique à l'état libre et qui cristallise spontanément, si l'on prévient la décomposition de l'urine. La proportion des phosphates, par rapport à l'acide uriqne, est telle que si cet acide déplaçait réellement la base des phosphates neutres, ce dernier fait ne serait pas explicable. Toutefois dans les urines anormales on rencontre fréquemment des urates et des dépôts spontanés de ces sels : dans plusieurs circonstances nous avons retrouvé des phosphates dans le produit de leur calcination.

L'acide phosphorique, comme tous les acides polybasiques, donne lieu à des combinaisons très-instables et que des actions très-faibles décomposent ; l'eau d'hydratation que certains phosphates

acides et en particulier le phosphate acide de chaux renferment et qu'on n'enlève qu'à une température voisine de 100 degrés leur donne des propriétés physiques spéciales. En songeant au rôle considérable qu'ils jouent comme éléments constituants des tissus animaux, il est toujours bon d'avoir présentes à l'esprit ces considérations, et peut-être qu'en poursuivant dans cette voie il sera possible de découvrir quelque combinaison organique dont ils font partie en proportions définies.

Nous croyons que les faits cités viennent confirmer l'opinion émise par nous, à savoir que dans l'urine normale l'acide urique n'existe pas seulement à l'état libre, mais aussi combiné aux phosphates alcalins en combinaison acide et soluble.

NOTE

SUR QUELQUES INSTRUCTIONS PRATIQUES

POUR

LA RECHERCHE QUALITATIVE DU MERCURE

DANS LES LIQUIDES DE L'ÉCONOMIE

Par le Dr M. BYASSON

Pharmacien en chef de l'hôpital du Midi.

La découverte récente de M. Merget, touchant la diffusion des vapeurs mercurielles et leur action réductrice sur les sels et métaux nobles, a donné un moyen de recherche d'une sensibilité extrême et qui permettra au médecin d'arriver à la solution de différentes questions. Les préparations mercurielles sont encore les seules qui aient une action réelle dans certaines périodes de la syphilis, et, à ce titre, tout ce qui touche à l'absorption du médicament et à son élimination mérite d'être étudié en employant les perfectionnements apportés par la science. Pharmacien d'un hôpital de vénériens, nous étant déjà occupé avec Liégeois de ces questions, appelé à de nouvelles recherches, il nous a paru utile, avant de nous engager dans l'étude de certains faits, de bien nous pénétrer des difficultés et causes d'erreurs et d'essayer, en quelque sorte, l'outil que nous allions employer sous forme d'un papier réactif.

Quel est le sel dont la solution sera la plus convenable pour la recherche du mercure? Après un très-grand nombre d'essais comparatifs faits sur les chlorures de palladium, de platine, d'or et de sodium, l'azotate d'argent ammoniacal et des mélanges de ces cinq sels en différentes proportions, nous avons adopté la formule suivante :

Eau distillée..............	100 gr.
Chlorure d'or et sodium.....	0gr,60
Bichlorure de platine.......	0 ,40

Il ne faut pas oublier que nous avons affaire à des sels que les

influences suivantes toujours en action peuvent réduire, à savoir : la lumière directe, la lumière diffuse, les vapeurs ammoniacales, les matières organiques, même à l'état de poussière. D'un autre côté, il est indispensable, pour pouvoir conclure sûrement à l'existence des vapeurs mercurielles, que la réduction opérée sous leur action se reconnaisse par la coloration spéciale qu'il donne au papier réactif dans un temps relativement court.

Pénétré de l'influence de ces causes perturbatrices, nous avons fait nos essais comparatifs sur la valeur des solutions des sels ci-dessus. La solution d'azotate d'argent ammoniacal ne peut servir, car la réduction s'effectue à la lumière diffuse, dans un temps très-court, de telle façon qu'avec ou sans mercure les traits tracés sur papier blanc deviennent noirs. Les chlorures de platine et de palladium seuls résistent bien pendant au moins quarante-huit heures à l'action de la lumière diffuse, mais les traits finissent par devenir noirs comme sous l'action de vapeurs mercurielles, et celles-ci n'agissent pas aussi rapidement que sur la solution indiquée.

Sans nous étendre davantage, nous dirons que la solution ci-dessus, employée pour tracer sur du papier ordinaire des traits, répond aux indications énoncées.

Les traits, sous l'influence de la lumière diffuse, apparaissent très-lentement, et même après quinze jours ils ont une teinte jaune.

Les traits, sous l'influence de traces de vapeurs mercurielles, apparaissent rapidement et prennent, dans 20 *à 30 minutes*, une *teinte noire foncée.*

Par conséquent, nous pouvons dire que notre solution donne un papier à la fois sensible et éliminant ou du moins distinguant les actions perturbatrices ; pour conclure à la présence du mercure, il faudra non-seulement que les traits apparaissent, mais encore qu'ils acquièrent la teinte noire foncée dans un temps relativement court.

En possession d'un papier réactif obtenu en traçant des traits à la plume d'oie sur du papier blanc Berzelius ou autre, avec la précaution d'opérer dans une pièce qui ne reçoive pas directement de rayons de soleil, en évitant de toucher les traits avec les doigts, il faut savoir comment nous allons l'utiliser.

Prenons de l'urine ou de la salive que nous rendons mercurielles en ajoutant une petite quantité de bichlorure de mercure. On connait depuis longtemps le fait de la précipitation du mercure, soit sur une lame de cuivre si le liquide est acide, soit sur une lame d'or enroulée sur un morceau d'étain et constituant une petite pile (pile de Smithson). Dans ce dernier cas, si la quantité de mercure est suffisante, l'or blanchit. L'amalgame formé, surtout celui d'or, se décompose facilement et émet des vapeurs mercurielles, même à la température ordinaire.

Si la quantité de mercure est infinitésimale, les vapeurs mercurielles ne pourront être décelées que par le papier réactif.

En opérant comparativement avec la lame de cuivre ou la pile de Smithson sur de l'urine renfermant par litre 2 milligrammes de mercure à l'état de sublimé, en laissant dans les deux cas l'expérience marcher le même temps, soit environ 15 heures, et toujours en opérant parallèlement avec de l'urine non mercurielle, nous sommes arrivés à adopter l'emploi de la pile de Smithson et à rejeter la lame de cuivre, dont la sensibilité est loin d'être comparable.

Toujours avec la pile de Smithson, le résultat est manifestement positif; avec la lame de cuivre, il est nul ou douteux. Il importe au plus haut degré de ne pas mettre le papier réactif en contact avec la lame métallique qui a séjourné dans le liquide métallique ou non; malgré le soin qu'on prendra pour la laver à l'eau distillée pour enlever sans grattage les matières organiques de la surface, il y aura réduction avec les lames plongées dans ces liquides animaux mercuriels ou non mercuriels.

Voici comment on opère : la pile de Smithson ou la lame de cuivre (et dans ce dernier cas il ne faut pas oublier qu'on est loin d'atteindre à une grande sensibilité) ayant séjourné de 10 à 15 heures dans le liquide, qu'il faut acidifier par quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou nitrique, on détache la lame d'or et on la lave avec de l'eau distillée; on l'essuie entre des doubles de papier à filtrer et on l'introduit dans le fond d'un tube de cuivre à essai. Il convient, autant que possible, que ce soit un tube neuf. A la partie supérieure du tube et sans qu'il y ait contact avec la lame, on place

deux ou trois fragments de papier réactif; on bouche incomplétement avec un bouchon de liége et on chauffe *très-légèrement* le fond du tube. S'il y avait du mercure dans le liquide, après quelques minutes, les traits apparaissent en brun jaune, *devenant noirs* dans peu de temps. Avec la lame de cuivre on opère de même.

Il est facile, avec des rubans d'or minces et des fragments d'étain, soit en baguettes, soit en lames, de faire rapidement tel nombre qu'on voudra de petites piles. Les lames d'or peuvent servir à plusieurs reprises, à la condition d'être calcinées. Il ne faut jamais oublier de ne pas opérer dans un lieu où il existerait à l'état permanent du mercure libre (cuves à mercure, onguent mercuriel, par exemple). Pour la recherche du mercure dans les différents liquides animaux, lorsque les préparations de ce métal sont administrées par voie stomacale ou par injection sous-cutanée, en frictions ou en fumigations, nous nous proposons de chercher à répondre aux questions suivantes :

1° Au bout de combien de temps le sel mercuriel apparaît-il dans l'urine, la salive, la sueur, chez l'homme?

2° Quelle est la durée d'élimination d'une dose donnée de sel mercuriel?

3° Quelle est la différence d'action des préparations solubles et insolubles?

4° Quelle est l'influence de certaines préparations, et en particulier de l'iodure de potassium, sur l'élimination du sel mercuriel?

Questions déjà agitées et qui méritent d'être reprises en utilisant le nouveau moyen de recherche.

Telles sont les instructions pratiques que nous avons cru devoir faire connaître; on voit qu'elles n'ont rien de bien nouveau, mais elles pourront être utiles, surtout aux médecins, en attendant que d'autres les rendent encore plus précises.

SUR

LES RAPIDES CHANGEMENTS DE COLORATION

PROVOQUÉS EXPÉRIMENTALEMENT CHEZ LES CRUSTACÉS

ET

SUR LES COLORATIONS BLEUES DES POISSONS

Par Georges POUCHET.

(Note présentée à l'Académie des sciences, le 11 mars et le 20 mai 1872.)

I

Nous avons montré par des expériences dont l'Académie a été entretenue (1), que la propriété dont jouissent certains Poissons de modifier la couleur de leur peau selon la qualité des radiations lumineuses du fond où ils vivent avait pour point de départ l'œil, en sorte qu'elle cessait sur l'animal aveuglé ; et que, de plus, cette influence était transmise de la rétine et du cerveau aux éléments pigmentés contractiles ou *chromoblastes* de la peau, par les nerfs crâniens et le grand sympathique.

Dans une nouvelle série d'expériences entreprises aux viviers laboratoires installés par M. Coste à Concarneau, nous avons pu nous assurer que cette fonction se retrouve identique chez un certain nombre de Crustacés de la famille des Salicoques. La grande Crevette (*Palemon serratus*), en particulier, présente un exemple frappant de cette accommodation chromatique au milieu ambiant. Il importe, pour observer le phénomène dans sa simplicité la plus grande, de prendre des animaux longs de 3 à 4 centimètres. Le procédé expérimental consiste à faire vivre dans des vases de faïence blanche, et dans d'autres dont on a peint le fond en noir.

Les Palémons apportés à la côte par les pêcheurs présentent une teinte rosée ou lilas légèrement rabattue. Si l'on prend un

(1) Séances du 26 juin et du 16 octobre 1871.

certain nombre de ces Palémons et qu'on les place sur un fond noir tandis qu'on en met d'autres sur fond blanc, on découvre au bout de vingt-quatre heures que les uns et les autres sont absolument dissemblables. Nous nous sommes mis, dans ces expériences, à l'abri des causes d'erreur qui pouvaient naître d'un *contraste simultané.* Les Palémons placés sur fond clair sont jaunâtres, presque incolores si la mue vient d'avoir lieu. Ceux qu'on a mis sur un fond noir ont pris une teinte d'un rouge brunâtre. Si l'on transporte alors les deux catégories d'animaux d'un fond sur l'autre, on voit ceux qui étaient jaunes prendre la teinte des seconds, tandis que ceux-ci reviennent à la transparence qu'avaient les premiers. L'animal passe toutefois beaucoup plus rapidement de l'état pâle à l'état foncé, qu'il ne retourne de ce dernier état au précédent : le changement, dans ce cas, n'est guère accompli qu'au bout de vingt-quatre heures, pendant lesquelles le Palémon présente assez longtemps une couleur bleue très-nette, mais passagère, qui ne se montre point quand de pâle et jaunâtre il devient rouge brunâtre. On peut donc, en se plaçant dans des conditions déterminées, obtenir à volonté des Palémons dont la couleur appartient nettement à la région jaune ou rouge, ou bleue de l'échelle chromatique. L'animal passe directement du jaune, qui est la couleur propre de ses tissus, au rouge plus ou moins rabattu; le bleu est transitoire et ne se montre que quand l'animal revient du rouge au jaune. Il est très-facile de conserver dans la solution de sucre trois pattes ou trois fausses pattes du même Palémon, coupées successivement dans les trois états par lesquels on l'a fait passer, et de faire ainsi la comparaison *simultanée* des nuances qu'il a successivement offertes.

Le microscope explique cette triple apparence. Quand les chromoblastes sont contractés à l'état sphérique, ils sont trop petits pour faire une image perceptible sur la rétine, et sont de nul effet.

Dès que l'animal est sur fond noir, les chromoblastes se dilatent; ils étendent de tous côtés des ramifications qui couvrent une grande surface ; ils deviennent perceptibles et modifient l'image rétinienne. L'animal, sous cette influence, deviendrait d'un rouge

ou d'un rose franc, si un autre pigment ne venait rabattre la vive teinte des chromoblastes. Mais, à mesure qu'ils étendent leurs ramifications sous l'hypoderme, on voit ce dernier tissu, à leur voisinage, prendre une belle nuance cobalt plus ou moins haute de ton. C'est ce bleu qui sert de *bruniture* au carmin des chromoblastes et donnent au Palémon sa couleur propre sur fond noir. Quand les chromoblastes dilatés se rétractent de nouveau, ce bleu, qui s'est produit dans l'hypoderme et qui l'imprègne, persiste pendant six à sept heures et disparaît progressivement.

Il est facile de démontrer que ces changements de couleur, chez le Palémon comme chez les Poissons où on les observe, dépendent des impressions visuelles. Il suffit de pratiquer sur le Palémon l'ablation des yeux pour que l'animal prenne la teinte foncée qu'il a sur fond noir. Nous avons vu cet état persister sans changement jusqu'au trente-quatrième jour, moment où nous avons dû cesser l'expérience. L'un des animaux aveuglés subit la mue, et celle-ci mit à nu des bourgeons, signe d'une régénération des yeux.

Le milieu réagissant par l'intermédiaire de l'organe de la vision, nous dûmes essayer d'entraver cette influence, comme chez le Turbot, par des sections nerveuses; mais, de ce côté, nos tentatives sont restées sans résultat. Nous ne fûmes pas plus heureux en cherchant à modifier la fonction par diverses substances toxiques : la santonine donne toutefois au Palémon, aussi bien qu'à la Chevrette grise, la teinte que prennent ces animaux sur fond noir; ils présentent en même temps une agitation incessante et finissent par mourir si l'on n'arrête pas à temps l'empoisonnement.

L'électricité paraît avoir moins d'influence pour contracter les chromoblastes des Articulés que pour contracter ceux des Vertébrés. Il semble que l'élément soit réfractaire à une tétanisation complète, de même qu'on obtient beaucoup plus difficilement la tétanisation totale d'un Articulé que d'un Vertébré. Nous avons réussi, au contraire, à provoquer à volonté la dilatation ou le retrait des chromoblastes rouges du jeune Homard après la première mue, en plaçant l'animal alternativement dans un milieu confiné

de deux centimètres cubes d'eau recouverts d'une couche d'huile, et dans une eau abondante bien aérée.

En résumé, l'étude de cette propriété d'accommodation chromatique au milieu ambiant nous a déjà conduit à plusieurs résultats positifs énoncés devant l'Académie, auxquels on peut dès à présent ajouter le suivant : Cette fonction existe chez les Articulés aussi bien que chez les Vertébrés ; elle est soumise à la qualité des radiations qui frappent l'œil mosaïque des Articulés, aussi bien que l'œil dioptrique des Vertébrés. Et nous ajouterons, comme dernière remarque, qu'on ne trouve point de chromoblastes chez les Crustacés privés d'yeux, tels que les Brachielles, les Lernéonèmes, les Sacculines, les Anaties et les Balanes.

II

Les botanistes ont, depuis longtemps, classé les colorations des fleurs des végétaux en deux catégories, selon qu'elles appartiennent à la moitié la moins réfrangible (série xanthique) ou la plus réfrangible du spectre (série cyanique). La coloration des animaux, au moins en ce qui concerne les Poissons et les Crustacés, peut donner lieu à une distinction anatomique du même ordre. Ces colorations constituent deux groupes bien distincts, à côté d'un troisième groupe formé par les colorations brunes et noires.

Celles-ci, connues depuis longtemps, sont dues à la présence de granulations généralement très-fines et très-foncées, insolubles dans l'acide sulfurique concentré (pigment mélanique).

Une seconde classe (série xanthique) s'étend du rouge à l'orangé et au jaune inclusivement. Les pigments de cette série sont tantôt à l'état grenu et tantôt à l'état de dissolution réciproque, dans la substance contractile des éléments anatomiques que nous avons désignés sous le nom de *chromoblastes*. Il est extrêmement rare d'y trouver un pigment appartenant à la portion la plus réfrangible du spectre, et quand cela arrive, comme chez la Crevette grise (*C. vulgaris*), les chromoblastes à pigment violet sont en quelque sorte les antagonistes des chromoblastes à pigment jaune :

ils s'étalent sous les influences qui resserrent ceux-ci; ils se rétractent quand les autres se mettent en expansion.

La troisième classe (série cyanique) n'a rien de commun avec la précédente. On ne trouve jamais, en particulier, de pigment bleu dans la substance des chromoblastes. Les colorations bleues sont partout dues, chez les Poissons et chez les Crustacés, soit à de véritables *teintures* qui imprègnent à la fois plusieurs tissus, soit à des phénomènes optiques spéciaux. Dans la première variété rentrent : la couleur bleue du test du Homard ; celle qu'offre passagèrement le Palémon ; la teinte verte des organes, os, muscles, derme, etc., de la moitié supérieure du corps chez l'*Esox belone*, et celle non moins vive qu'offre la Scorpène, où presque toutes les parties, os, muscles, œsophage, intestin, en sont imprégnés, jusqu'au liquide péritonéal qu'on peut conserver plusieurs mois avec sa couleur d'un vert bleuâtre, dans des tubes bouchés.

Quant aux belles nuances violettes ou franchement bleues de certains Poissons, nous avons pu nous assurer, par une série de recherches faites aux viviers laboratoires de Concarneau, qu'elles tiennent à un phénomène optique qui ne paraît point avoir fixé jusqu'ici l'attention des anatomistes.

Nos observations ont porté :

1° Sur les points brillants, d'un bleu violet, qu'on trouve sur les mâchoires de la Vive (*Trachina draco*);

2° Sur la variété rouge et bleue du Labre (*Labrus bergiltas*);

3° Sur la tache bleue ocellée que présentent, à la seconde dorsale, certaines variétés de Cottes (*Cottus bubalis*);

4° Sur les nageoires du Grondin, où la coloration bleue est à la fois franche et intense ;

5° Enfin sur le *Callionyme lyre*.

Dans tous ces cas, la coloration, tantôt plus violacée et chatoyante (Vive, Collionyme), tantôt d'un bleu franc et mat (Cotte, Grondin), reconnaît une cause anatomique constante. On trouve toujours au-dessous de la peau une couche plus ou moins épaisse de petits corps ovoïdes ou irrégulièrement sphériques, jaunes à la lumière transmise, et qui sont les véritables générateurs de la couleur

bleue complémentaire à la lumière diffusée. Nous les appellerons *corps irisants*, d'après certaines analogies avec des éléments anatomiques qu'on trouve chez les Céphalopodes et les Acéphales (*Venus*). Chez les Poissons le diamètre des corps irisants varie de 2 à 4 et même 5 millièmes de millimètre. Chez le Callionyme, où ils sont plus gros qu'ailleurs, on voit que chacun d'eux est formé d'une pile de lamelles extraordinairement minces, appliquées les unes contre les autres, mais qu'on parvient cependant à dissocier dans le champ du microscope ; chaque corps irisant offre alors l'aspect d'un rouleau de monnaie renversé sur une table. Ces lamelles paraissent de même nature que celles qui font l'argenture. Elles sont détruites par les alcalis, par les acides minéraux, tandis que l'alcool ne les attaque pas, et laisse persister la coloration bleue qu'on retrouve toujours sous l'épithélium devenu opaque.

Quant à la cause physique de la couleur bleue, on n'entrevoit, malgré la composition lamellaire des corps irisants qui la produisent, aucune structure géométrique assez régulièrement définie pour la rapporter aux phénomènes de diffraction des réseaux, comme l'éclat bleu-violet des plumes d'Oiseau ou des ailes de Papillon. Cette couleur bleue affecte uniformément l'œil sous toutes les incidences ; elle persiste, quoique considérablement affaiblie, à la lumière artificielle et à la lumière du magnésium ; elle disparaît à la lumière jaune monochromatique. Ce qui semble probable, c'est que cette couleur bleue, complémentaire de la couleur jaune par transparence, est due à une sorte de fluorescence, à un véritable phénomène d'épipolisme analogue à celui dont le pétrole offre un si frappant exemple et qu'on retrouve dans un certain nombre de tissus animaux, tels que les cartilages articulaires, la substance ostéoïde de certains Poissons, etc... (1).

Une conséquence de cette origine, c'est que la teinte bleue sera d'autant plus intense que les tissus seront plus noirs au-dessous de la couche de corps irisants. Aussi les trouve-t-on partout ac-

(1) On peut classer dans la même catégorie le derme de l'homme, qui devient bleu quand des particules absorbantes pour la lumière (pigment, oxydes métalliques, etc.) sont déposées dans sa trame par le tatouage, etc., tandis que les épithéliums ne jouissent pas de la même propriété optique.

compagnés de chromoblastes remplis de pigment mélanique. Et comme les conditions extérieures, la nourriture, la captivité, le changement de fond, les impressions diverses du système nerveux agissent directement sur l'état de dilatation ou de retrait de ces chromoblastes, on conçoit que les circonstances puissent modifier à leur tour la teinte bleue. Quand les chromoblastes noirs font défaut, elle est beaucoup moins intense que chez le Grondin, par exemple, où l'opacité du tissu de la nageoire est complète.

Il peut arriver de même qu'un certain nombre de chromoblastes soient disposés au-dessus de la couche de corps irisants, qu'ils masquent quand ils s'étendent, et qu'ils laissent voir seulement alors qu'ils se rétractent. Ceci arrive en particulier pour la tache ocellée du *C. bubalis*, qu'on découvre parfois tout à coup chez des individus où elle était restée invisible plusieurs jours de suite.

NOTE

POUR SERVIR A L'HISTOIRE

DE LA

PYGOMÉLIE CHEZ LES OISEAUX

Par le Dr O. LARCHER

Ancien interne et lauréat des hôpitaux de Paris,
Lauréat de l'Institut de France ; de la Faculté et de l'Académie de médecine de Paris,
Membre de la Société pathologique de Londres, etc.

---

§ 1.

On sait que c'est surtout chez les oiseaux que la *pygomélie* a été observée, et que cette anomalie n'est même pas très-rare chez eux. Le chardonneret, l'oie, le canard et la bécassine en ont offert quelques exemples; mais les plus nombreux appartiennent à des gallinacés et ont été observés sur le pigeon, sur la perdrix et sur la poule.

A part la bécassine et deux perdrix, tous les oiseaux que nous venons d'indiquer vivaient dans les conditions de la captivité ou de la domesticité, et un grand nombre d'entre eux étaient parvenus à l'état adulte.

Par la difformité qu'ils présentent, ils appartiennent tous à la grande famille des monstres doubles polyméliens, et se distinguent spécialement par l'insertion des parties surnuméraires sur l'un des points de la région hypogastrique, soit en arrière et dans l'intervalle des deux membres normaux (1), soit en dehors de ces derniers (2).

Le nombre des membres surnuméraires varie d'un à deux. Lors-

(1) Telle est la caractéristique donnée depuis longtemps par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et chez les animaux*, t. III, p. 264. Paris, 1836).

(2) Cette dernière disposition paraît avoir été signalée pour la première fois, d'une manière précise, par Eugène Charlier, dans un travail intitulé : *Observation d'un poulet pygomèle présentant une nouvelle variété de ce genre de monstruosité* (extrait des *Mém. de la Soc. royale des sc. de Liége*. Liége, 1868, p. 16).

qu'il en existe deux, tantôt ils sont libres dans toute leur étendue et plus ou moins bien conformés, tantôt ils sont soudés entre eux par leurs côtés correspondants, dans une plus ou moins grande partie de leur longueur et plus ou moins complétement (1). Dans le premier cas, l'oiseau est pourvu de quatre pattes; tandis que, dans le second, il y en a trois seulement, et encore la patte surnuméraire (résultat de la fusion des deux membres surnuméraires) est-elle ordinairement terminée par un segment digité, dont les dispositions diffèrent, le plus souvent, de celles d'une patte normale, au moins sous le rapport numérique.

Lorsqu'il n'existe, en réalité, qu'un seul membre surnuméraire, il est toujours plus ou moins mal conformé, et quelquefois presque rudimentaire. Enfin, on rencontre des cas où, soit qu'il existe deux membres, soit qu'il n'en existe qu'un seul, les parties surnuméraires sont tellement réduites, que les doigts, le tarse et même la jambe ont disparu; de telle sorte qu'il ne subsiste plus qu'un ou deux moignons comme vestige du segment crural correspondant. Dans les cas de ce dernier genre, la partie que nous venons d'indiquer n'est rattachée au corps de l'oiseau que par la peau et par le tissu cellulaire graisseux qui environnent le croupion, tandis que, chez les pygomèles dont la partie surnuméraire est moins imparfaite, le fémur s'implante ordinairement, par son extrémité supérieure, sur un bassin très-rudimentaire qui, sans avoir de rapports directs avec le bassin principal, est seulement fixé entre les muscles ou même dans le tissu adipeux du croupion.

A un degré plus élevé, le bassin qui porte les parties surnuméraires s'articule lui-même avec une portion plus ou moins étendue du bassin principal, et enfin, chez les oiseaux dont la difformité est encore plus complète, il existe entre les deux bassins une véritable soudure. C'est ainsi que, dans un certain nombre de cas, on voit le bassin accessoire s'interposer, soit entre la partie postérieure de l'un des os coxaux et le sacro-coccyx (rejetés latéralement), soit entre les portions iliaque et ischiatique (2), soit au

(1) Quelquefois les portions osseuses des deux membres sont restées distinctes et sont seulement cachées sous une enveloppe commune, fournie par la peau et par une plus ou moins grande quantité de tissu adipeux.

(2) Is. Geoffroy Saint-Hilaire avait proposé, d'avance, le nom d'*ischiomèles*, pour

niveau de l'une des deux cavités cotyloïdes du bassin normal (1).

Les relations des membres surnuméraires avec le corps de l'oiseau ne se bornent pas toujours à celles que nous venons d'indiquer pour leur point d'implantation. Dans quelques cas, des muscles plus ou moins puissants et des couches plus ou moins résistantes de tissu fibreux, établissent encore une union plus ou moins intime entre le bassin normal et quelques-unes des diverses parties surnuméraires ; et, dans quelques cas aussi, on peut constater l'existence d'une union plus ou moins étendue entre les membres anormaux et l'un des deux membres réguliers (2).

Par suite de l'implantation du bassin accessoire entre certaines pièces du bassin normal, ce dernier peut, à son tour, subir lui-même des modifications plus ou moins grandes dans ses dimensions et dans sa configuration ; et, de même, dans les quelques cas où elle se produit, l'union des membres surnuméraires avec l'un des membres principaux apporte des entraves à ses mouvements et coïncide même avec un arrêt plus ou moins marqué de son développement (3). Aussi n'est-il pas rare de voir les oiseaux atteints de ce vice de conformation, non-seulement (comme cela a lieu le plus souvent) ne tirer aucun parti utile de leurs membres surnuméraires, mais encore être plus ou moins privés du concours de l'un de leurs deux membres principaux (4).

désigner cette variété des monstres polyméliens, dont Simon Duplay a fait connaître un exemple remarquable, il y a quelques années, dans un travail intitulé : *Note sur un coq monstrueux, polymélien, du genre ischiomèle* (*Bull. de la Soc. anat. de Paris*. Paris, 1865, 2e série, t. X, p. 355).

(1) Dans le cas dont la relation a été publiée par Eug. Charlier, la cavité cotyloïde droite du bassin normal se confondait avec les deux cavités cotyloïdes réunies d'un bassin très-petit et imparfait, presque rudimentaire, dont les os étaient mal conformés, incomplétement ossifiés et plus ou moins confondus entre eux (*loco citato*, p. 18).

(2) Chez le coq déjà cité, dont Simon Duplay a publié la description anatomique, les membres accessoires, au nombre de deux, étaient confondus entre eux, dans leur portion fémorale, et étaient unis à un même membre principal, non-seulement par une couche tégumentaire qui leur était commune dans une certaine étendue, mais encore par des liens profonds, fibreux et musculaires.

(3) Chez le coq dont il est question dans la note précédente, l'une des deux pattes accessoires et la patte normale étaient maintenues constamment fléchie par les liens communs qui les unissaient.

(4) Chez le coq décrit par Simon Duplay, l'union des deux membres accessoires

Dans les cas où l'interposition d'une pièce surnuméraire entre les pièces normales du bassin, a eu pour conséquence l'ampliation de la cavité pelvienne, et lorsque la pièce surnuméraire est elle-même creusée de plusieurs fosses analogues à celles dans lesquelles une partie de l'appareil rénal est habituellement logée, cet appareil peut offrir aussi un nombre correspondant de lobules supplémentaires (1).

Enfin, indépendamment des anomalies diverses que nous venons d'indiquer, il en est quelques-unes encore qui doivent être au moins signalées (2), et quelques autres, dont l'existence n'est pas assez constante pour que nous insistions ici sur aucune d'entre elles (3).

Nous n'insisterons pas non plus sur la présence des petites plumes qui entourent généralement la base des membres surnuméraires, et qui offrent la plus grande ressemblance avec celles qui revêtent normalement le haut des jambes.

Mais il est une anomalie, déjà bien connue, que nous devons indiquer spécialement, en raison de sa très-fréquente coïncidence avec les différentes variétés de la pygomélie, et qui consiste dans

entre eux et avec le membre principal avait pour effet de les rendre solidaires les uns des autres, de telle sorte que les mouvements imprimés au membre normal (le plus mobile des trois) se communiquaient aux deux autres ; et, de plus, en raison de l'état de flexion forcée de deux d'entre eux, l'animal, ne pouvant s'en servir, même pour la station, se tenait uniquement sur la patte du côté opposé et ne se déplaçait qu'en sautant..

(1) Pour les détails, voyez plus loin, § II, *e*.

(2) Eug. Charlier (*loc. cit.*, p. 14) rapporte incidemment avoir observé un pigeon pygomèle chez lequel se trouvait, entre les deux membres accessoires, un second croupion surmonté lui-même d'un bouquet de plumes assez longues.

De même, dans un cas observé par Émile Vidal (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biol.*, Paris, 1862, 3e série, t. III, p. 11), on remarquait trois cæcums situés au niveau du point où l'intestin grêle se continue avec le gros intestin : le cæcum supplémentaire, de même longueur mais un peu plus volumineux que les deux cæcums normaux, s'ouvrait par un orifice distinct.

(3) Bien que la plupart des pygomèles soient ordinairement exempts de difformités concomitantes, capables d'entraver leur existence, on peut pourtant rencontrer quelques exceptions à cette règle presque générale. Nous citerons notamment le cas observé par M. Joly, et dans lequel une oie, atteinte de pygomélie, était en même temps affectée d'*agnathocéphalie*, c'est-à-dire de l'une des monstruosités qui sont incompatibles avec la vie (*Mém. de l'Acad. des sciences de Toulouse*. Toulouse, 1856, 4e série, t. VI, p. 33).

l'existence de deux anus plus ou moins bien conformés. L'un d'eux, situé plus ou moins près de son siége normal, n'est autre que l'anus ordinaire, et l'autre, qu'on rencontre dans le voisinage de la racine des membres surnuméraires, est constitué par une sorte de mamelon cutané, percé ou non d'un orifice perméable ; quant à leur relation avec l'extrémité terminale des appareils digestif et génito-urinaire, elle est établie, le plus souvent, par l'intermédiaire d'un cloaque unique et plus ou moins ample, dans lequel ils s'ouvrent de part et d'autre, et c'est seulement dans quelques cas exceptionnels qu'on les a vus correspondre à une bifurcation terminale de l'intestin (1).

Quant au mode d'existence des oiseaux atteints de pygomélie, — à part l'entrave que les membres surnuméraires apportent, dans quelques cas, à l'exercice de l'un des deux membres principaux, — le plus ordinairement, l'animal ne paraît éprouver aucune gêne dans l'accomplissement des diverses fonctions relatives à l'entretien de la vie individuelle ou même à la reproduction de l'espèce (2), et, si les membres surnuméraires ne paraissent lui être d'aucune utilité, il faut ajouter que, le plus souvent, leur accroissement ne paraît pas non plus exercer, dans des proportions appréciables, une influence dépressive sur celui des organes voisins.

Telles sont les principales données que nous a fournies, sur l'histoire des oiseaux pygomèles, l'analyse d'un certain nombre d'observations personnelles et de toutes celles que nous avons pu recueillir dans les annales de la science (3).

(1) Dans le cas observé par E. Vidal, ainsi que cela ressort de recherches ultérieures faites par Armand Goubaux, le gros intestin se divisait en deux branches terminales, à peu près de même capacité, qui allaient aboutir chacune à l'un des deux anus (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biol.* Paris, 1862, 3e série, t. III, p. 94).

(2) A moins qu'il n'existe, en même temps, une anomalie grave de l'appareil reproducteur, les pygomèles, mâles ou femelles, sont parfaitement aptes à la reproduction, et il n'est relativement pas rare de voir des poules, atteintes de cette difformité, pondre un grand nombre d'œufs, sans qu'il sorte d'aucun d'eux un individu monstrueux.

(3) Pour les indications bibliographiques, voyez notre *Étude sur les maladies et les difformités des oiseaux*, qui paraîtra prochainement, comme premier fascicule de nos ÉLÉMENTS DE PATHOLOGIE COMPARÉE.

§ 2.

A la suite de cet exposé synthétique, nous rapporterons maintenant un exemple remarquable de l'anomalie qui fait le sujet de cette note. Il nous est offert par une poule de Crèvecœur, âgée de dix mois, dont le corps, bien conformé sous tous les autres rapports, n'offre d'autre anomalie que l'existence d'une extrémité surnuméraire et de certaines particularités anatomiques qui s'y rattachent.

a. L'extrémité surnuméraire, située au côté droit, en arrière du membre abdominal, est solidement implantée entre ce dernier et le croupion. Les parties qui la composent sont désignées de telle façon que le segment crural est porté en dehors et légèrement en bas, tandis que le segment tarsien (qui est double) et les doigts sont mollement amenés en arrière (1).

Le segment crural, formé par un os unique, est directement soudé à une portion pelvienne (sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure), et mesure une longueur de centimètres, depuis son extrémité adhérente jusqu'à son extrémité libre, qui se termine par deux facettes indépendantes, toutes deux encroûtées de cartilage, et s'articulant isolément avec le tibia, très-court (0^{m}005), qui correspond à chacune d'elles.

Le tarse est double, et les deux parties, parfaitement distinctes, qui le constituent offrent individuellement la composition et la structure normales, chacune d'elles se terminant seulement par un doigt pourvu d'ongle (2) et composé de trois phalanges.

b. Indépendamment des parties résistantes que nous venons d'indiquer, le membre surnuméraire est composé encore de diverses parties molles. A l'extérieur, il est revêtu d'une enveloppe cutanée, d'apparence normale, pourvue de quelques plumules au

(1) La poule étant déjà morte lorsqu'on l'apporta sur l'un des marchés de Paris, je n'ai pu obtenir aucun renseignement sur l'attitude que le membre prenait pendant la vie ; mais, à en juger par la direction des fibres dans les muscles trouvés lors de l'examen anatomique, il y a lieu de penser que l'animal n'avait jamais pu se servir de la partie surnuméraire comme d'un point d'appui.

(2) L'ongle de l'un de ces deux doigts était seulement en voie avancée de développement quand la poule a été sacrifiée.

niveau du segment crural, et simplement recouverte d'épaisses écailles dans la portion tarsienne. Au-dessous de cette enveloppe, existe une abondante couche de tissu adipeux qui, vers la racine du membre, se confond avec celui des régions voisines. Enfin, en dessous encore, est une couche aponévrotique, extrêmement résistante, qui rattache le membre sunuméraire au pourtour de la surface osseuse d'implantation, et sur laquelle se voit un faisceau musculaire, assez fort, dont les fibres sont dirigées en éventail et suivant la face postérieure du segment crural, depuis la racine du membre jusqu'à l'articulation du fémur avec les tibias (1).

Enfin, en poursuivant la dissection, on trouve un faisceau musculaire, très-volumineux, s'insérant en dedans (par un tendon résistant) à la tubérosité interne d'un bassin accessoire (tout près de l'extrémité terminale du coccyx), passant au-dessous du bord postérieur de ce bassin, et venant s'insérer en dehors (par un tendon aussi résistant que celui de l'autre extrémité), sur l'ischion du bassin normal (2).

c. Examiné dans son ensemble, après avoir été dégagé des parties molles qui le recouvraient, le bassin offre une surface extérieure très-inégale et anfractueuse. La ligne sacro-coccygienne (au lieu de diviser en deux parties égales la face supérieure du bassin), après avoir suivi d'abord, dans sa moitié antérieure, une direction rectiligne, s'incline ensuite à gauche, sous un angle très-ouvert, dans sa moitié postérieure. Par suite, si l'on prend cette ligne pour point de repère, on constate, sous le rapport de l'étendue, une inégalité considérable entre les portions osseuses qu'elle sépare : la portion gauche, d'ailleurs parfaitement normale (quoique légèrement déjetée dans la même direction que la partie postérieure de la ligne sacro-coccygienne), équivalant à peine, en

(1) Il est probable que, pendant la vie, ces fibres musculaires relevaient un peu les deux tarses et qu'elles les portaient légèrement en dedans, en demi-flexion sur la face postérieure de la région crurale.

(2) Ce muscle puissant formait une sorte de sangle, sous-tendue au-dessous du tiers moyen du segment crural, qu'il contribuait à soutenir et auquel il imprimait, sans doute par l'intermédiaire du bassin accessoire, des mouvements combinés d'élévation légère et surtout d'abduction.

surface, aux deux tiers de la portion droite. En revanche, cette dernière, déjà remarquable par sa grande étendue transversale, offre encore, dans sa configuration, plusieurs particularités à signaler. Dans son tiers antérieur on n'observe pas, il est vrai, de modifications par rapport à l'état normal; mais, dans les deux tiers postérieurs, la portion correspondante de l'os iliaque et l'ischion se trouvent rejetés à une distance graduellement croissante d'avant en arrière; de telle sorte qu'il existe entre la ligne coccygienne et l'ischion, du côté droit, un intervalle dont la surface générale représente à peu près un triangle à sommet antérieur arrondi. Tout cet intervalle est complétement comblé par une masse osseuse, opaque, très-résistante, solidement implantée sur toute la ceinture osseuse environnante, et creusée intérieurement d'une cavité profonde, au fond de laquelle se fixe directement l'os fémoral de l'extrémité surnuméraire. A droite et à gauche du point d'implantation de cet os, l'anfractuosité que nous venons d'indiquer communique profondément, par une ouverture spéciale, avec l'intérieur de la cavité pelvienne; tandis que, d'autre part, en arrière et au-dessous de son unique ouverture extérieure, la surface osseuse est limitée par un bord large et aplati, en partie cartilagineux, sur lequel repose une portion du segment crural de l'extrémité surnuméraire.

Tel est l'aspect général de la surface extérieure du bassin.

d. La surface intérieure de cette cavité n'est pas moins intéressante à considérer. On retrouve, de ce côté, la même inégalité d'étendue entre les portions droite et gauche; et de plus, par suite de l'intercalation du bassin accessoire, la portion droite du bassin total se trouve pourvue de trois fosses pelviennes, au lieu d'une que présente la portion gauche. A droite et à gauche, les fosses appartenant au bassin normal offrent les mêmes caractères que d'ordinaire; et, quant aux deux fosses fournies par le bassin accessoire, outre qu'elles communiquent entre elles au-dessus de l'implantation du fémur, elles communiquent encore (comme nous l'avons indiqué précédemment) avec les couches profondes de tissu adipeux, qui appartiennent au membre surnuméraire.

e. Les reins qui, comme on le sait, offrent chez les oiseaux des

variétés de formes infiniment nombreuses, imprimées par la forme même du bassin sur les parois duquel ces organes sont immédiatement appliqués, présentent ici une disposition remarquable, en ce sens que la portion iléo-lombaire et les deux portions pelviennes se montrent, à droite et à gauche, comme à l'état normal; il existe encore une portion accessoire (1), subdivisée en deux lobes, dont chacun pénètre dans l'une des deux fosses supplémentaires et est reçu profondément sur un coussinet graisseux assez abondant.

f. Le tube digestif est remarquablement court, dans toute sa portion intestinale, qui mesure à peine la moitié de la longueur offerte par ce canal chez une poule normale, du même âge ; et, de plus, il se termine brusquement par une assez large ouverture dans la partie moyenne d'un cloaque qui reçoit, d'un côté, l'uretère droit et, de l'autre côté, l'uretère gauche et l'oviducte.

g. Enfin, il existe au-dessous du croupion un anus normal, en avant et à droite duquel on rencontre encore, entouré de quelques plumules, un mamelon fortement accusé, dont le centre est percé d'un pertuis, facilement perméable à une sonde cannelée, et communiquant, par un très-court canal, avec le cloaque, dans lequel il s'ouvre par un orifice distinct, à quelques centimètres en avant et au-dessus de l'anus normal.

§ 3.

Nous laisserons sans commentaires l'observation que nous venons de rapporter : elle nous a paru montrer les traits les plus saillants de l'une des formes les plus accusées de la pygomélie, avec développement d'un système musculaire supplémentaire, en même temps qu'une disposition particulière, que nous n'avons trouvée notée, pour l'appareil rénal, dans aucun des autres cas observés par nos devanciers (2).

(1) Nous appellerions volontiers *ischiomélique* cette dernière portion, pour rappeler les conditions qui paraissaient avoir présidé à son développement.

(2) Dans le fait dont il a publié une relation anatomique, A. Goubaux indique pourtant une disposition des reins qui offre quelques rapports avec celle que nous avons signalée, et, pour peu que l'attention soit portée sur ce point, il y a lieu de penser que des recherches ultérieures en fourniront de nouveaux exemples.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

SUR LA

PUISSANCE D'ABSORPTION DU TISSU MÉDULLAIRE DES OS

Par le Dr V. FELTZ

Lauréat de l'Institut

Professeur agrégé et directeur des autopsies de l'ex-Faculté de médecine de Strasbourg.

Dès 1870, j'ai démontré par des faits cliniques minutieusement analysés que dans les traumatismes portant sur les os et suivis d'accidents d'infection purulente, les lésions métastatiques dépendaient d'altérations du sang, elles-mêmes produites dans les vaisseaux du foyer traumatique primitif. « L'analyse histologique du sang ne laisse pas de doutes sur la cause immédiate des localisations multiples. Celles-ci dépendent d'oblitérations capillaires par des poussières en suspension dans le sang, venant échouer, par suite de leur quantité, dans certains territoires vasculaires. La raison plus éloignée des dépôts se trouve dans le ralentissement physiologique de la circulation dans le domaine capillaire, encore augmenté par la présence des corps étrangers dans le fluide sanguin, le grand nombre de globules blancs et les transformations forcées, en semblables occurrences, des principes coagulables.

» La source première des corpuscules nous est démontrée par la clinique dans les lésions osseuses, autour desquelles nous trouvons les capillaires et les veinules farcis de coagulums pulvérulents (1). »

Par une série d'expériences ayant pour objet la production d'embolies graisseuses et d'ostéomyélite, en introduisant dans le canal médullaire des os préalablement sciés des clous de plomb, j'ai pu montrer que, dans certaines circonstances, les lésions osseuses graves déterminent des modifications du sang par ap-

(1) Feltz, *Traité clinique et expérimental des embolies capillaires*, 2e édition. Paris, 1870, in-8°, p. 311.

port dans ce liquide de produits venant évidemment des foyers de fracture (1).

Des travaux analogues au mien avaient déjà paru en Allemagne. Nous citerons particulièrement ceux de Grohe, de Zenker, de Wagner et de Busch. Ce dernier analyse, dans son mémoire intitulé : « *Ueber Fettembolie* », les publications allemandes que nous venons de citer. De faits cliniques et expérimentaux il conclut que l'absorption de la graisse, produite dans le tissu médullaire des os soumis à un traumatisme ou injectée dans les cavités médullaires, se fait par les vaisseaux ouverts par le traumatisme. « Car, dit-il, j'ai trouvé des masses de gouttelettes de graisse colorée avec du cinnabre dans les vaisseaux sanguins des canaux de Havers, quoique ces vaïsseaux eussent été, par la destruction de la moelle, séparés de leur connexion avec les capillaires du tissu médullaire. La résorption ne peut avoir lieu autrement que par la lumière des vaisseaux, parce que la graisse n'étant ni dissoute, ni en émulsion, ne saurait traverser les parois intactes des capillaires (2). »

Cette conclusion est aussi celle que M. Albert Mulot a préconisée dans sa thèse expérimentale intitulée : « *D'une complication des fractures* (3). »

Tout récemment, la question de la perméabilité du tissu osseux aux injections de toute sorte, a été portée devant l'Académie de médecine de Paris, par M. Demarquay (4). Ce travail nous a engagé à reprendre, sur ce point si intéressant de physiologie pathologique, le cours de nos recherches, que les malheurs de la dernière guerre étaient venus interrompre d'une manière si inattendue.

Avant d'étudier le mode de pénétration des substances réputées absorbables par le tissu osseux ou la moelle, il nous a semblé utile d'établir d'une manière irréfutable la perméabilité du tissu

(1) Feltz, *Ibid.*, p. 313.

(2) *Archiv für Path. Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin*, von R. Virchow, 35e Band ; *Ueber Fettembolie*, von F. Busch, p. 342 et 343.

(3) Mulot, *D'une complication des fractures* (thèse de Strasbourg). 1869, 3e série, n° 207.

(4) Demarquay, Académie de médecine, séance du 24 octobre 1871.

osseux. A cet effet, nous avons fait les expériences préliminaires suivantes :

Première série.

Expérience I. — Un lapin convenablement fixé sur une planchette, nous ouvrons l'articulation du genou gauche. Entre les deux condyles du fémur, nous forons un pertuis allant jusqu'au canal médullaire. Dans le pertuis, nous plaçons une canule de la seringue de Pravaz, et nous injectons une solution de sulfate de strychnine. L'animal ne tarde pas à présenter tous les signes de l'intoxication et meurt aussi vite qu'un autre lapin auquel l'un de nos élèves injectait sous la peau et au même moment que nous la même solution de strychnine.

Expérience II. —Nous procédons comme dans l'expérience précédente; seulement, au lieu de perforer la substance spongieuse des condyles fémoraux dans sa totalité, nous nous arrêtons à mi-chemin, c'est-à-dire que nous pratiquons l'injection dans la substance osseuse elle-même et non dans le canal médullaire. Les signes de l'empoisonnement strychnique se produisent presque instantanément comme dans le cas précédent.

Expérience III. — Injection de sulfate de strychnine dans les os du crâne d'un lapin; résultat analogue aux précédents. Cette première série d'expériences est répétée identiquement dans les mêmes conditious d'opération avec une seringue d'Anel chargée de chloroforme. Les signes de chloroformisation se produisent successivement et aussi rapidement que dans les injections directes de chloroforme dans les veines.

L'injection de curare, pratiquée comme ci-dessus celles de la strychnine et du chloroforme, nous a montré que l'empoisonnement s'opérait aussi rapidement et aussi sûrement que si l'on introduit cette substance dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Les expériences que nous venons de rapporter ne permettent pas de doute sur la perméabilité du tissu osseux.

Comme se rapprochant le plus des substances que nous venons d'essayer, nous nous sommes adressé, dans le domaine pathologique, aux liquides putrides. Il nous était d'autant plus facile de

procéder ainsi, que nous avions préalablement étudié les voies d'absorption des liquides septiques et leurs effets sur les organismes vivants (1).

Les liquides putrides et filtrés ont été injectés à la dose de 10 centimètres cubes. Trois lapins de belle venue ont été opérés d'après le procédé mentionné ci-dessus. Ces animaux ont vécu, le premier cinq jours le second, sept jours, le troisième neuf jours ; à l'autopsie, nous avons trouvé les lésions de putridité ordinaires : les viscères sont congestionnés, les intestins fortement distendus par des gaz, l'odeur très-forte, presque caractéristique. Les poumons présentent des foyers d'hépatisation, la rate, le foie et les reins, des signes de ramollissement et de dégénérescence graisseuse. Dans le sang, nous constatons une déformation particulière et caractéristique des globules rouges, une diminution de leur nombre, une augmentation numérique très-accentuée des globules blancs et la présence d'une quantité variable de bactéries et de bactéridies.

Dans les trois cas que nous venons de rapporter, la mort a évidemment été le résultat de l'infection putride, et celle-ci est très-certainement dépendante de nos injections. Au point de vue des accidents putrides, de leur marche, de l'ascension de la température fébrile, de la durée de la vie, nous pouvons affirmer que l'intoxication s'est produite au moins aussi rapidement et plus sûrement que dans le cas d'injection de liquides putrides sous la peau, dans le rectum, dans l'estomac ou les poumons.

Les os constituent, pour les matières septiques, une porte d'entrée presque aussi facile que l'introduction directe et immédiate de ces mêmes substances septiques des alcaloïdes végétaux dont nous avons parlé plus haut.

La pénétration des liquides dans le sang par la voie du tissu médullaire des os, soit centrale, soit périphérique, établie, nous avons essayé d'étudier au même point de vue les liquides chargés de poussières inorganiques diverses ou d'éléments figurés.

(1) Coze et Feltz, *Étude clinique et expérimentale des maladies infectieuses, principalement au point de vue des lésions du sang et des ferments.* Paris, J. B Baillière, 1872, un vol. in-8, p. 30.

Deuxième série.

Nous la subdivisons en expériences faites sur des animaux vivants, et en expériences pratiquées sur le cadavre.

Expérience I. — Nous injectons par le fémur d'un lapin, et toujours d'après le même procédé, 5 à 6 centimètres cubes de pus de bonne nature pris dans un abcès de l'aisselle d'un jeune homme fort et vigoureux. L'opération terminée, nous pansons avec soin la patte de l'animal et nous l'immobilisons. Le lapin ne tarde pas à être pris de fièvre. Sa température oscille, pendant les quinze jours qu'il vit, entre 39 degrés et 41 degrés, son poids diminue de 100 grammes dans le même espace de temps. L'appétit est presque nul : l'animal ne mange qu'un peu d'herbe fraîche, ne touche pas aux aliments secs ; il remue très-peu et reste presque constamment blotti, avec le poil hérissé, dans un coin de sa niche. Il meurt le quinzième jour de l'opération.

L'autopsie révèle, du côté du fémur opéré, des signes manifestes d'ostéomyélite. L'examen histologique de la pulpe médullaire intra-canaliculaire et de celle du tissu spongieux de l'extrémité articulaire montre les capillaires remplis de petits coagulums sanguins déjà en partie décolorés et constitués de globules rouges et ratatinés, de leucocytes nombreux et de poussières fibrineuses. Dans le sang, en général, on constate une augmentation considérable de leucocytes et des amas de granulations fibrino-graisseuses.

Dans les poumons, on découvre cinq petits abcès métastatiques à différentes périodes, depuis le simple infarctus rouge jusqu'à l'abcès graisseux.

Dans le foie, il n'y a que deux petits infarctus à la première période.

Dans le rein gauche un abcès assez volumineux.

Les articulations successivement ouvertes ne présentent rien de particulier à noter.

Les symptômes présentés, pendant la vie, par l'animal et les lésions nécroscopiques, ne nous permettent pas de douter de l'infection purulente. Celle-ci est-elle le résultat de notre injection ou

l'effet de l'ostéomyélite provoquée par notre opération ; c'est ce que nous déterminerons ultérieurement.

Expérience II. — Même procédé opératoire. Injection de 6 centimètres cubes d'un liquide cancéreux, à éléments ressemblant à l'épithélium de la vessie.

L'animal supporte bien l'opération ; convenablement pansé, il est remis dans sa niche, pesé et mesuré au thermomètre. Il vit douze jours, marque constamment une température de 39 degrés à 41 degrés, perd l'appétit, hérisse son poil, maigrit progressivement et meurt comme le précédent.

L'examen du sang pris dans différents points du corps ne nous révèle nulle part de traces des éléments que nous avons injectés ; nous ne constatons qu'une augmentation des leucocytes et la préence de débris granulo-graisseux sous forme d'îlots pris dans des masses de fibrine fibrillaire.

Dix à douze infarctus dans le poumon, dont trois suppurés ; rien dans le foie, ni dans les reins. L'articulation coxo-fémorale gauche contient un peu de pus ainsi que le genou droit. Le tissu cellulaire sous-cutané est infiltré, mais nulle part d'abcès sous-cutanés.

Ici encore l'infection purulente est évidente, mais est-elle le résultat de l'ostéomyélite provoquée par notre traumatisme ou celui de notre injection ?

Expérience III. — Injection de 6 centimètres cubes d'un liquide tuberculeux pris dans une énorme caverne d'un homme mort douze heures avant notre expérience. Le procédé opératoire n'a pas varié. L'animal ainsi opéré et convenablement soigné, vit dix-huit jours en présentant des signes de fièvre manifeste. Dans les dix-huit jours, il perd 150 grammes de son poids, et est souvent fatigué par de la diarrhée. Son poil se hérisse de plus en plus. Il meurt après avoir présenté un abaissement de température de 3 degrés.

L'autopsie nous montre, en premier lieu, une véritable hydropisie du tissu cellulaire sous-cutané. Pas d'abcès sous la peau.

Le genou opéré est fortement enflammé, et le fémur, scié en deux longitudinalement, présente tous les signes de l'ostéomyélite

nécroscopique et microscopique. La dissection des veines du membre ne nous montre nullement de thrombose accentuée. Dans les deux poumons, infarctus multiples à différentes périodes, depuis la crudité rouge jusqu'au ramollissement jaune ; donc pas de doute sur la nature des nodosités pulmonaires. Infarctus multiples dans le foie, les reins et la rate. Rien sur le péritoine, ni sur les plèvres. Pas de suppuration dans les articulations.

Nous concluons encore ici à une injection purulente et non à une tuberculisation.

Les trois expériences que nous venons de rapporter sont les seules qui nous aient donné un résultat satisfaisant, des seize que nous avons pratiquées.

Pour élucider la question d'évolution des abcès métastatiques et pour savoir si ces derniers se rattachent d'une manière quelconque aux produits injectés dans les os, nous avons remplacé les liquides organiques par de l'eau distillée tenant en suspension des poussières très-fines. C'est ainsi que nous avons injecté du cinnabre, du bleu de Prusse et même de la poussière de charbon.

Expérience IV. — Nous injectons dans le fémur d'un lapin 10 centimètres cubes d'eau chargée de cinnabre. L'animal supporte bien l'opération et vit huit jours. L'autopsie montre du cinnabre dans presque tous les organes, principalement dans les poumons et dans le foie, où sa présence est marquée par des infarctus plus ou moins bien marqués. Dans le sang des veines du membre opéré, on rencontre encore beaucoup de poussières au milieu de coagulations cruoriques. Le tissu médullaire de l'os est fortement enflammé et tacheté de poudre de cinnabre.

Expérience V. — Même opération que ci-dessus ; mais l'animal ne vit qu'un jour. A l'autopsie, nous constatons des poussières dans le sang du cœur, des poumons et du foie.

Expérience VI. — Injection de 10 centimètres cubes d'eau chargée de bleu de Prusse.

Mort quelques heures après l'opération. Coloration manifeste des poumons et présence de poussières dans le sang du cœur.

Expérience VII. — Injection d'eau chargée de poussière de charbon. L'animal vit trois jours. Taches ecchymotiques dans le

poumon, et présence de poussières charbonneuses dans nombre de capillaires. Le sang du cœur renferme des poussières ; nous en trouvons même dans le sang de la veine-porte.

Les expériences faites comme nous venons de l'indiquer prouvent jusqu'à l'évidence que les poussières inorganiques fines, impalpables, pénètrent par les os dans le torrent circulatoire, et semblent indiquer que ce passage se fait très-vite. Nous pouvons encore en conclure que les poussières organiques ou éléments figurés se trouvant dans le même cas que les poussières inorganiques, peuvent et doivent jouer le même rôle quant à la production des infarctus.

Pour avoir une idée de la rapidité du passage des poussières à travers les os dans le torrent circulatoire, nous avons institué les expériences suivantes :

Expérience VIII. — Nous isolons, à un lapin, la veine principale de la cuisse gauche, nous soulevons le vaisseau dénudé à l'aide d'une sonde cannelée, puis nous pratiquons, entre les deux condyles du fémur, une injection de lait à l'aide d'une seringue de Pravaz. L'injection faite, nous ouvrons la veine crurale et nous recueillons le sang. A l'aide du microscope, il est très-facile de reconnaître dans ce liquide les corpuscules graisseux du lait.

Expérience IX. — Procédant comme tout à l'heure, nous injectons des sels d'aniline dans le fémur. Ces sels ont été préalablement précipités d'une solution alcoolique par de l'eau, ce qui les fait apparaître sous forme pulvérulente d'une finesse extrême. Presque immédiatement après l'injection, la poussière anilique se montre dans le sang veineux de la cuisse.

REMARQUES SUR LES EXPÉRIENCES QUI VIENNENT D'ÊTRE DÉCRITES.

Les faits que nous venons d'analyser nous prouvent que la pénétration des poussières organiques ou inorganiques se fait très-rapidement à travers les os, et qu'elle s'opère par la voie veineuse.

Pour établir rigoureusement le *modus faciendi* de cette pénétration, nous avons pensé pratiquer des injections solidifiables pour

pouvoir ainsi suivre pas à pas les substances injectées dans le tissu spongieux des os ou leur cavité médullaire. A cet effet, nous avons opéré sur des cadavres d'enfants nouveau-nés ou au moins au-dessous d'un an. La substance à injecter employée a été de la gélatine colorée en bleu par des sels d'aniline.

Injectant la matière colorante que nous venons de mentionner, entre les condyles d'un fémur d'un enfant nouveau-né sans atteindre le canal médullaire de l'os, il nous a été facile de constater, comme le montrent les figures 1 et 2 (pl. XIV), que la matière à injection pénétrait dans les vacuoles de la substance osseuse pour s'étendre de là dans les veinules des épiphyses et gagner ainsi la veine principale du membre ; il nous a été impossible de constater la plus petite parcelle de matière colorante dans le système artériel. Cette expérience montre très-bien qu'il sort des extrémités osseuses un grand nombre de veines grosses et petites, et que celles-ci offrent à leurs origines des espaces creux ou sinus qu'on aperçoit très-distinctement en suivant ces vaisseaux avec la gouge et le maillet (voy. fig. 1, *a*, *b* et 2, *c*, *d*).

En injectant une quantité suffisante de matière, on peut très-facilement la pousser jusqu'aux cavités cardiaques, lui faire traverser le poumon, et la retrouver finalement dans tout le système artériel.

Il est encore à noter, dans cette expérience, que la matière à injection ne pénètre pas dans la cavité médullaire.

En perforant avec le foret toute la substance spongieuse de l'épiphyse, pour fixer la canule directement dans le canal médullaire, l'injection de la gélatine colorée remplit très-irrégulièrement la cavité osseuse et ne reflue dans la veine principale du membre que très-rarement, soit par la veine qui passe par le trou nourricier de l'os et qui accompagne l'artère nourricière, soit par de petites veines qui sortent séparément de la substance compacte de l'épiphyse (voy. fig. 3, *e*, *f* et 4, *g*).

Le succès relativement rare de ces injections semble indiquer que la pénétration de la matière colorante dans le système veineux ne s'opère qu'après déchirure préalable des expansions des veines des os dans la moelle. Un autre indice qu'il en est ainsi,

c'est l'irrégularité de la disposition de la substance à injection dans la moelle elle-même. En un mot, le système veineux nous paraît se continuer directement dans les épiphyses avec les lacunes osseuses qui ne seraient en quelque sorte que des diverticulums ou sinus d'origine. Dans la diaphyse, au contraire, la disposition veineuse nous paraît autre : les veines, après avoir traversé la substance compacte, se ramifieraient dans la moelle sous forme de pinceaux plus ou moins réguliers.

Il est aisé de s'assurer que le système artériel ne joue aucun rôle dans les injections que nous venons de pratiquer en injectant le système artériel d'après la méthode ordinaire. En effet, la disposition de l'injection est tout autre ; elle se marque par des traînées qui s'entre-croisent de façon à figurer des polygones plus ou moins réguliers, qui ne sont évidemment que les capillaires de la moelle (voy. fig. 5, *h*, *i*. Grossissement de 350 diamètres). Dans les polygones circonscrits par les vaisseaux, on ne rencontre, dans la moelle jeune, que des éléments cellulaires à un ou plusieurs noyaux. Ces cellules sont toutes tout à fait rondes ou légèrement ovalaires, et mesurent 1/50[e] à 1/120[e] de millimètre de diamètre. Cette disposition vasculaire de la substance médullaire des os comme nous venons de la décrire, est en tout semblable à celle indiquée déjà, depuis 1865, par M. le professeur Robin (1).

La disposition des veines dans les os plats est analogue à celle des épiphyses des os longs. Elle se révèle par les injections faites dans le diploé. On les remplit plus ou moins régulièrement par la méthode que nous venons d'indiquer, et l'on voit ainsi que les vacuoles du diploé communiquent pour ainsi dire directement avec les grosses veines qui sortent des os, et constituent en quelque sorte les points d'origine de celles-ci (voy. pl. XV, fig. 6, *h*, *j*, *k* et 7, *l*, *m*, *o*, *p*, *q*).

CONCLUSION.

Les différentes séries d'expériences que nous venons d'analyser et l'examen anatomique des pièces démontrent, suivant nous, que

(1) Ch. Robin, *Remarques sur le tissu médullaire des os à l'état normal et à l'état morbide* (*Gazette médicale de Paris*, 1865, p. 68).

les lacunes osseuses du tissu spongieux des extrémités articulaires et de la substance intertabulaire des os plats, sont en connexion directe avec le système veineux, et que le système spongieux des os peut être considéré comme un tissu caverneux à parois solides (1).

Nous devons encore conclure de toutes ces expériences, que dans l'infection purulente, suite de lésions osseuses, les accidents métastatiques sont en relation directe avec les produits de détritus qui pénètrent des os dans le système veineux, et qui vont plus loin constituer des embolies.

Dans les septicémies, suite de lésions osseuses, l'absorption des principes toxiques par les os eux-mêmes nous paraît aujourd'hui surabondamment démontrée. L'absence d'accidents métastatiques, la rapidité de la mort dans les septicémies, nous paraissent militer en faveur de la séparation de l'infection purulente d'avec la septicémie. Dans la première de ces affections, la viciation du sang par des matières étrangères constituant des embolies, nous paraît manifeste ; dans la seconde, l'intoxication du sang est plutôt chimique. Nous sommes loin de croire que les deux altérations ne puissent pas exister simultanément.

(1) Pour la disposition des conduits veineux des os du crâne et leur communication avec les veines extérieures et avec les sinus, voyez : Dupuis et Chaussier, dans Chaussier, *Exposition sommaire de la structure de l'encéphale ou cerveau*. Paris, 1807, in-8, préface, p. XVIII et suiv., et planche. — Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*. Paris, 1843, in-8, t. III, p. 37, 2e édition ; voir aussi les travaux de Brechet, etc.

EXPLICATION DES PLANCHES XIV ET XV

Voir pour l'explication des figures, pages 425 et 426.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Mémoire sur le Métis du Lièvre et du Lapin, par M. André SANSON (*Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, avril 1872, avec deux planches).

OBSERVATIONS SUR LES LÉPORIDES.

L'existence des métis du lièvre et du lapin fut affirmée en 1858 par Paul Broca (1). Dans son mémoire, l'auteur racontait en détail l'histoire d'une nombreuse famille de ces métis obtenus dans les environs d'Angoulême, et qui était l'objet d'une exploitation industrielle.

Broca donna aux animaux examinés par lui chez M. Roux le nom de *Léporides*. Quant à leur origine, il avait dû s'en rapporter aux déclarations de ce dernier. Son mémoire ne contient aucune preuve scientifique des opérations auxquelles leur production était attribuée. Il se trouva que les qualifications dont le propriétaire du clapier de Bardines avait été gratifié dans l'occurrence étaient fortement surfaites. Ses assertions furent contestées, mises en doute, et bientôt on n'y crut plus du tout. Des tentatives furent faites de divers côtés pour obtenir l'accouplement du lièvre avec des lapines. Celles qui auraient pu présenter des garanties scientifiques restèrent toutes infructueuses; celles qu'on annonçait comme ayant réussi n'offraient point ces garanties.

Cependant un expérimentateur poursuivait de son côté avec une grande persévérance la réalisation du résultat auquel il n'avait point cessé de croire. Après bien des essais vains, M. Gayot eut enfin la satisfaction de voir, le 16 avril 1868, un jeune lièvre, né en captivité à la fin de septembre 1867, s'accoupler sous ses yeux avec une lapine blanche, dont la nichée était sevrée depuis deux ou trois jours. Le 17 mai suivant, cette lapine donnait naissance à sept petits, métis par conséquent de lièvre et de lapin. « Je ne prends pas le soin de dire, ajoute M. Gayot, que la paternité est authentique ; que toutes les précautions commandées par la gravité des circonstances, en vue de l'exactitude rigoureuse des faits, ont été soigneusement et scrupuleusement observées. Il s'agit d'expériences scientifiques et non de travaux de hasard ;

(1) Paul Broca, *Mémoire sur l'hybridité en général, sur la distinction des espèces animales, et sur les métis obtenus par le croisement du Lièvre et du Lapin* (*Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, de Brown-Séquard, 1858, t. I, p. 433).

elles ont donc été entourées du cortége des attentions minutieuses qui leur donnent signification et valeur (1). »

Pendant que la gestation de cette première femelle s'accomplissait, une cinquantaine d'autres furent présentées au même mâle. L'accouplement eut lieu avec quatre seulement. Le lièvre étant mort peu de temps après et n'ayant pu être remplacé, M. Gayot le déplore en vue de combinaisons ultérieures de croisement, auxquelles il attache une grande importance, et il ajoute : « De ce fait même résulte cet autre, que je ne possède que des léporides de demi-sang. A l'heure où j'écris (juin 1869), j'en ai qui sont à leur quatrième génération *inter se*. »

Toutefois pour la solution du problème scientifique posé par les individus appelés léporides, il est préférable d'avoir pu observer purement et simplement la reproduction continue des premiers métis obtenus. Cette reproduction, au sujet de laquelle il ne peut plus subsister aucun doute, atteste d'abord leur fécondité. En juin 1867, ils étaient arrivés à leur quatrième génération. Dans un article du *Journal d'agriculture pratique* (n° du 13 juillet 1871, p. 583), M. Gayot, racontant ce qu'il est advenu de sa levrière et de son clapier de Brétigny-sur-Orge (Seine-et-Oise) durant l'occupation allemande, en a donné des nouvelles plus récentes. « La reproduction des léporides *inter se* se poursuivant sans difficulté aucune entre les mains de Mme Henry Julien, je me contentais, dit-il, de l'observer et de la surveiller, afin d'en bien constater les effets. Elle est arrivée aujourd'hui à la septième génération sans aucune trace d'altération ni physique, ni physiologique. Les produits ont conservé leurs caractères intermédiaires, toutes leurs qualités comme bêtes alimentaires. »

Nous aurons à vérifier ces dernières appréciations sur lesquelles l'auteur s'est lui-même chargé de fournir des documents contradictoires, ainsi que nous allons le voir tout de suite ; mais auparavant il est permis de considérer comme établi que l'accouplement sexuel du lièvre et de la lapine donne naissance à des individus qui ne sont point des hybrides dans le vrai sens du mot ; ce sont de véritables métis indéfiniment féconds. A quoi leur fécondité les conduit-elle ? Est-ce à la formation d'une espèce nouvelle, ayant ses caractères typiques propres, résultant d'une combinaison de ceux empruntés, d'une part à l'espèce du lièvre, et de l'autre à celle du lapin ? A la création d'une espèce qui doive prendre place dans la classification zoologique et dans la nomenclature, sous le nom de léporide ?

Voici d'abord ce que M. Gayot lui-même en dit : « A partir de la seconde génération, dans presque toutes les portées de léporides se reproduisant entre eux, se voient un ou plusieurs petits dont la fourrure se montre bientôt différente. Le duvet s'allonge considérablement ; la jarre est beaucoup plus rare le manteau tout entier revêt un caractère soyeux nouveau, car il n'est celui du duvet ni du lièvre, ni du lapin. Le poil, la soie, voulais-je dire, est d'une

(1) Journal *la Culture*, n° 9, 16 avril 1871, p. 223.

finesse et d'une douceur extrême, de nuance légère, mais variable, havane sur quelques-uns, d'un très-beau gris cendré chez d'autres, ardoise plus foncé ou fauve brillant et doré chez d'autres encore, et le brin acquiert rapidement une grande hauteur. Il n'y a là rien de l'angora. C'est, je le répète, un produit complétement nouveau, encore inédit. Étudié de près par des hommes compétents, il a été classé comme poil de Lièvre, dont il a le *pied* blanc, les ondulations, l'éclat soyeux, tandis que le poil du léporide ordinaire a le *pied* bleu du poil du lapin, bien qu'il soit plus soyeux que ce dernier (1). »

Plus loin, l'auteur ajoute, au sujet de ses léporides longue soie : « Ils naissent en quelque sorte accidentellement, au nombre de un à quatre, dans chaque portée de léporides ordinaires. Il fallait savoir si, alliés entre eux, ils se reproduiraient fidèlement. Le fait a été affirmatif. Entre eux, la fécondité est très-active ; j'ai eu des portées de douze ; je n'en ai pas eu de moins de huit petits, tous longue soie sans exception. Ceci m'a fort surpris. Je m'attendais à voir naître des nichées mêlées. Il n'en a rien été pour les quatre premières générations, terme extrême de mon expérimentation. »

M. Gayot a montré plusieurs fois les animaux dont il s'agit à la Société centrale d'agriculture de France, où M. A. Sanson a eu l'occasion de les voir et de vérifier l'exactitude de ce qui vient d'être dit. L'examen rapide des sujets vivants lui a chaque fois laissé l'impression que ceux appelés léporides ordinaires présentaient l'ensemble de la physionomie du lapin ; les autres, dit léporides longue soie, celle du lièvre. L'appréciation de la fourrure par les hommes compétents auxquels elle a été soumise par M. Gayot confirme cette impression. Le poil des derniers a été classé, dit-il, comme poil de Lièvre, dont il a le *pied* blanc, les ondulations, l'éclat soyeux, tandis que le poil du léporide ordinaire a le *pied* bleu du poil du lapin, bien qu'il soit plus soyeux que ce dernier. On s'explique peu, après cela, que l'auteur nonobstant affirme le fait de la reproduction de ses léporides jusqu'à la septième génération, « sans aucune trace d'altération ni physique, ni physiologique », les produits ayant « conservé leurs caractères intermédiaires ». Il est évident pourtant qu'ils ne se ressemblent pas entre eux, qu'ils sont parfaitement distincts, les uns, de son propre aveu, portant du poil de lièvre, et les autres du poil de lapin. M. Gayot lui-même en fait deux espèces, l'une qu'il appelle le léporide ordinaire, et l'autre le léporide longue soie.

Dans un travail publié en 1872 (2), le même auteur donne sur le même sujet ces détails importants : « Alliés entre eux, dit-il, les léporides longue soie se reproduisent semblables à eux-mêmes. Pour être vrai jusqu'au bout, — je ne cherche en tout ceci que la vérité, — je dois ajouter que les produits de cette première génération, la seule que j'aie encore obtenue du mariage des longue soie entre eux, me semblent offrir, dans la région de la tête, des caractères lièvre plus prononcés. En son ensemble, la tête est plus

(1) *Journal d'agriculture pratique*, loc. cit.

(2) *Nouveau Dictionnaire* de Bouley et Reynal, art. HYBRIDE.

fortement busquée, l'œil n'est plus noir comme chez le lapin, il n'est pas jaune comme chez le lièvre, mais il s'avance plus vers cette couleur, que chez le léporide ordinaire ; le bord supérieur de l'oreille est bien plus bordé de noir et d'une teinte plus foncée. Par contre, les longue soie donnent du talon sur le sol, à la manière du lapin, ce que n'ont pas encore fait, en ma présence, leurs frères les léporides tout court. »

Au sujet des particularités que présente le poil des premiers, il eût été intéressant que l'expérimentateur fît connaître avec soin ce qu'il a pu observer sur les lièvres qu'il a élevés et fait reproduire en captivité en même temps que ses métis. En août 1870, d'après sa déclaration, il en possédait une vingtaine que les événements de la guerre ont détruits. Il s'étend sur ce qui concerne leur fécondité ; mais il ne dit rien des modifications que leur fourrure a pu subir, modifications fort habituelles, toutefois, chez les animaux d'une espèce sauvage nés en captivité depuis plusieurs générations. L'auteur constate que la fécondité, d'abord très-paresseuse, revient à son activité et se régularise dès la seconde génération. « Chez les animaux de la troisième génération, ajoute-t-il, les affaires de la reproduction me semblent être complétement rentrées dans les conditions normales ; peut-être même la fécondité s'est-elle élevée d'un degré, car j'ai obtenu de premières portées jusqu'à trois petits, nombre tout à fait inobservé dans les portées des femelles des générations antérieures ayant vécu à l'état de captivité. Celles-ci, pour l'ordinaire, ne donnent qu'un seul petit à la première mise bas. » Le fait est important, eu égard à la fécondité des léporides longue soie, visiblement en voie de retour, au moins, à l'espèce du lièvre, comme le sont à celle du lapin les léporides dits ordinaires.

Pour vérifier ce premier aperçu, il n'y avait qu'à étudier comparativement les véritables caractères spécifiques des sujets, qu'à déterminer d'une manière précise le type crâniologique auquel chacune des deux espèces de léporides produites avec tant de persévérance par M. Gayot se rattache. Il a mis à la disposition de M. Sanson les deux crânes qui étaient nécessaires et qu'il a pu ainsi comparer à celui du lièvre et à celui du lapin domestique. Les résultats de ces comparaisons résoudront la question essentielle que les expériences de M. Gayot ont laissée au moins obscure. Ces expériences ont mis hors de doute la possibilité du croisement entre l'espèce du lièvre et celle du lapin, et la fécondité indéfinie des produits de ce croisement. La reproduction des métis se poursuit encore à l'heure présente, et rien n'annonce que leur fécondité aille en diminuant, du moins en ce qui concerne ceux appelés léporides ordinaires. A ce point de vue, elles ont une importance qu'on ne saurait méconnaître et qui assure à leur auteur la reconnaissance des zoologistes. Mais il s'agit de savoir si, à partir d'un certain nombre de générations, ce sont des métis de lièvre et de lapin, des léporides, qui continuent de se reproduire ainsi, ou bien si ce ne sont pas plutôt des lapins d'une part, des lièvres de l'autre. Tout ce que nous savons au sujet de la reproduction des métis entre eux, parmi les races d'animaux domestiques, atteste l'infaillibilité de la loi

de réversion au type naturel, en pareil cas. Il n'y a pas une seule des prétendues races nouvelles créées par voie de croisement et de métissage qui puisse supporter un examen scientifique tant soit peu sévère. Toutes se présentent comme des mélanges d'individus se rattachant à l'un ou à l'autre de leurs types naturels ascendants, et par conséquent disparates entre eux. Ces individus ne sont habituellement uniformes, et encore dans une certaine mesure, que par un de leurs caractères secondaires et superficiels, qui est le caractère économique cherché par leur éleveur, lorsque celui-ci est assez habile pour le maintenir par une attentive sélection. Les caractères fondamentaux, spécifiques ou typiques, suivent leur loi et n'obéissent point aux combinaisons artificielles. L'atavisme les fait triompher de tous les obstacles qui peuvent leur être opposés. (A. Sanson).

Nous avons à voir s'il n'en est pas ainsi pour les métis du lièvre et du lapin. Mais auparavant il faut mentionner les résultats d'une étude comparative faite par M. S. Arloing sur les organes génitaux du lièvre, du lapin et du léporide (1). A cette étude très-minutieuse, l'auteur a joint celle des pattes, dont il donne la description. Il en arrive finalement à la conclusion suivante, comme résultant de ses comparaisons entre les léporides des deux sexes, les lièvres et les lapins : « Ces hybrides, dit-il, tout en présentant quelques caractères intermédiaires aux deux espèces qui les ont produits, possèdent des organes génitaux qui se rapprochent beaucoup plus de ceux du lapin que du lièvre. »

M. Arloing a soin de faire remarquer que les études anatomiques qui font le sujet de son mémoire « ont été exécutées sur des *léporides* de demi-sang reproduits *inter se*. Ainsi, ajoute-t-il, un fils et une fille nés du lièvre mâle ou *bouquin*, et de la lapine, accouplés ensemble, ont donné une *première portée* de léporides dont faisaient partie le mâle et la femelle que j'ai décrits. » Les deux individus lui avaient été fournis par M. Gayot, et il déclare du reste qu'il les a disséqués sur l'invitation de ce dernier. Cela se passait en 1868. Or on se souvient que le premier accouplement du lièvre et de la lapine, sous les yeux de M. Gayot, date du mois d'avril de cette même année. Les dispositions anatomiques constatées dans les organes génitaux ne valent donc que pour les individus arrivés au premier degré de métissage où en étaient ceux qui les ont présentées. Elles se rapprochaient toutefois beaucoup plus de celles du lapin que de celles du lièvre. A ce moment les *lépor des* dits longue soie n'étaient pas encore survenus. Il s'agissait de vrais métis, et l'on ne paraît s'être préoccupé que de constater la présence ou l'absence des éléments de la fécondité, dont l'expérience physiologique devait bien plus sûrement encore contrôler la puissance persistante.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

M. Sanson fait suivre ces observations d'une description et de mensura-

(1) *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, n° 5, septembre et octobre 1868, p. 449.

tions comparatives très-détaillées des crânes des animaux dont il vient d'être question.

Il résulte de ces études qu'il n'est pas possible de confondre le crâne du lièvre avec celui du lapin domestique de l'espèce considérée, et qui est celle du lapin commun des environs de Paris. On précise ici cette réserve, parce que, sous des noms divers de race, il est au moins très-vraisemblable que des types naturels distincts de lapins domestiques non encore suffisamment déterminés sont envisagés comme appartenant à une seule et même espèce. Voyons maintenant si les crânes de léporides peuvent ou non être rapportés à l'un ou à l'autre des deux types naturels.

La longueur totale de la face est, chez le lapin, 35 + 47 = 82 ; elle est, chez le léporide ordinaire, 40 + 52 = 92. Les largeurs sont, chez le premier, 23, 41 et 19 ; chez le second, 24, 40 et 17. Les rapports sont, dans le premier cas, 82 : 23 : 41 : 19; dans le second, 92 : 24 : 40 : 17. La face du léporide est donc sensiblement plus allongée que celle du lapin ; mais il est visible que la différence des rapports se maintient dans les limites d'oscillation que l'on observe chez tous les types naturels. D'ailleurs, si la petite différence constatée n'était pas de l'ordre dont il s'agit, il faudrait nécessairement qu'elle fût due à l'influence héréditaire de l'ascendant lièvre du léporide considéré ; celui-ci, n'étant pas un lapin, ne pourrait être qu'un mélange ou une fusion quelconque entre les caractères du lièvre et ceux du lapin. Or, dans ces derniers cas, sa face, au lieu d'être plus longue que celle du lapin, devrait être plus courte, puisque celle du lièvre s'en distingue surtout par un indice beaucoup plus faible.

La différence entre les deux diamètres de l'orbite est 6 dans un cas, 7 dans l'autre, c'est-à-dire sensiblement égale. La distance entre les ponts temporaux l'est tout à fait. Les os propres du nez ont la même largeur, et la différence qui vient d'être discutée tient principalement à une longueur un peu plus grande de ces os chez le léporide, ainsi que de l'os incisif et de l'espace interdentaire. La longueur de la rangée des molaires est égale, et la distance entre les deux rangées l'est sensiblement, à un millimètre près, de même que celle qui existe entre le bord guttural du palatin et l'extrémité antérieure du sphénoïde. Il n'est donc guère possible d'exiger une ressemblance plus grande, qui se présente d'ailleurs dans tous les détails ostéologiques des deux crânes comparés, et qu'il serait superflu d'indiquer plus explicitement.

Nous avons signalé les différences qui existent entre le crâne du léporide dit longue soie et celui du léporide ordinaire. Du moment que nous venons d'établir l'identité de ce dernier avec celui du lapin, il devient inutile d'entreprendre une comparaison qui nous conduirait nécessairement au même résultat. Ceci est un théorème de géométrie. Le léporide longue soie n'est donc pas un lapin. Est-ce un lièvre ? telle est la question. Pour la résoudre, l'examen comparatif de son crâne et du crâne de lièvre doit être effectué, comme vient de l'être celui du léporide ordinaire.

Nous avons vu que, par son pelage ou sa fourrure, l'individu vivant se rapproche de l'espèce du lièvre. Son poil a les mêmes caractères, à cela près qu'il est soyeux, ce qu'explique parfaitement le régime de la captivité. Voyons ce qu'il en est pour le crâne. L'indice céphalique se trouve être exactement le même : 33 : 32, dans un cas ; 31 : 30, dans l'autre ; mais nous savons que cet indice ne diffère point sensiblement entre lièvre et lapin. La longueur de la face, chez le lièvre, est 40 + 49 = 89 ; chez le léporide longue soie, elle est 38 + 48 = 86. Il y a donc une différence de 3 millimètres en faveur du lièvre. Les largeurs pour le lièvre sont 36, 46 et 24, tandis que pour le léporide longue soie elles ne sont que de 27, 41 et 19. Les rapports, qui sont, chez le premier, 89 : 36 : 46 : 24, sont par conséquent, chez le second, 86 : 27 : 41 : 19. Si la première dimension est de 3 millimètres plus grande, les autres le sont de 9 et de 5, ce qui rend les rapports très-différents. Le type facial se trouve être par là beaucoup plus court et plus élargi chez le lièvre que chez le léporide que nous lui comparons. D'un autre côté, la forme de l'orbite est sensiblement celle du lapin, c'est-à-dire moins allongée que celle du lièvre (32 : 22) ; il en est de même pour celle du sus-nasal (9 millimètres de largeur chez le léporide, 12 millimètres chez le lièvre). En revanche, la longueur de la branche inférieure de l'os incisif et celle de l'espace interdentaire sont sensiblement égales ; mais les dimensions des rangées molaires diffèrent, et surtout la longueur et la largeur de l'espace circonscrit par le bord guttural des palatins, les ptérygoïdiens et l'extrémité antérieure du sphénoïde ; celui-ci est aussi beaucoup moins oblique chez le léporide que chez le lièvre. Nous avons signalé plus haut la conséquence, relativement à la situation du trou occipital. Enfin, il n'y a pas de différence sensible dans la largeur aux ponts temporaux, non plus que dans les proportions du maxillaire.

On voit clairement, d'après cela, que le type du sujet étudié n'est ni tout à fait celui du lapin, ni tout à fait celui du lièvre. Il participe à la fois de l'un et de l'autre par quelques-unes de ses parties ; il semble être une moyenne entre les deux.

CONCLUSIONS.

Des études crâniologiques et crâniométriques de M. Sanson il résulte donc que des deux sortes de métis obtenus par M. Gayot en croisant les espèces du lièvre et du lapin, et dont il nous a décrit les apparences extérieures, l'une est absolument identique avec le lapin par tous ses caractères spécifiques, l'autre se rapproche du lièvre sans y être complétement arrivée, mais moins par les formes de son crâne que par ses attributs extérieurs.

Pour la première sorte que M. Gayot a nommée *léporide ordinaire*, et dont la caractéristique est entièrement semblable à celle de tous les sujets de provenance moins authentique présentés en diverses occasions, il est évident que, conformément à la loi de réversion bien connue, les métis reproduits entre eux ont opéré leur retour complet à l'espèce ou au type du lapin, l'un

de leurs ascendants. C'est ce que cette étude de M. Sanson rend tout à fait incontestable.

Pour la seconde sorte, celle du *léporide* dit *longue soie*, dont la fourrure est celle du lièvre légèrement modifiée, l'influence de cette loi de réversion ne paraîtra pas moins hors de doute à l'observateur attentif. Il conclura des faits constatés que les métis sont, dans ce cas, en voie de retour vers le type du lièvre, auquel ils seraient certainement déjà parvenus si leur reproduction s'était effectuée dans les conditions d'existence propres à ce type, c'est-à-dire en état de complète liberté.

En effet, dans la vie captive ou domestique, peu conforme à l'humeur vagabonde du lièvre, M. Gayot constate que les individus dont il s'agit naissent en quelque sorte accidentellement, au nombre de un à quatre, dans chaque portée de léporides ordinaires que nous savons maintenant être des lapins. D'après tout ce que nous connaissons des conditions de l'hérédité dans la reproduction entre métis, la lutte entre l'atavisme du lièvre et celui du lapin, plus puissant, est ici évidente. Le résultat de cette lutte demeure incertain. Est-ce l'un ou l'autre atavisme qui triomphera finalement? L'expérience seule en peut décider. Le sujet étudié par nous était issu d'une quatrième génération entre individus ayant présenté le caractère extérieur qui leur a valu le nom sous lequel l'expérimentateur les désigne, et par lequel caractère leur déviation vers le type du lièvre s'est accentuée, tandis que se produisait celle de leurs frères vers celui du lapin, auquel ils sont aujourd'hui complétement revenus. On comprend facilement, en songeant aux conditions de milieu, que la réversion ne soit pas encore accomplie; ces conditions ne lui étaient pas du tout favorables. Il y a peut-être même plus de chances pour qu'en définitive, dans la suite des générations, ces individus reviennent au type du lapin, plutôt que d'atteindre tout à fait celui du lièvre. Ce qui se produit en pareil cas pour d'autres métis des espèces domestiques, observés durant une longue série de générations, nous porte à le penser.

Quoi qu'il en soit, l'observation des faits, dans leur état actuel, permet de résoudre dès à présent la question autrement importante de l'existence ou de la non-existence du type spécifique nouveau qui a reçu le nom de *léporide*, comme résultant du croisement des espèces du lièvre et du lapin, et leur étant intermédiaire. L'étude de M. Sanson démontre que ce type n'existe point, et que les sujets nés de ce croisement sont purement et simplement des métis qui, à la façon de tous les autres, oscillent durant un certain temps entre leurs divers types naturels ascendants, pour faire en définitive retour à l'un ou à l'autre. Dans les expériences de M. Gayot, le plus grand nombre s'en est allé résolûment et sans arrêt vers le type du lapin, tandis que quelques-uns seulement tendaient vers le lièvre, auquel ils éprouvent quelque difficulté à retourner. Il ne faut pas oublier que tous sont issus du même père, et que la différence si accusée de tous leurs caractères crâniologiques ou extérieurs, encore bien que ces caractères ne seraient exactement ni ceux du lapin, ni ceux du lièvre, suffirait toute seule pour leur faire dénier la qualité

d'espèce, la condition indispensable de celle-ci étant l'identité des caractères fondamentaux du type.

Mais si ces expériences ne permettent point d'admettre la réalité du léporide, en tant qu'espèce zoologique nouvelle, et si elles ne portent aucune atteinte à la notion de l'espèce telle qu'elle est comprise par le plus grand nombre des naturalistes français, elles auront eu le grand mérite de mettre fin à la controverse très-agitée, depuis une dizaine d'années, sur la possibilité même de l'accouplement fécond entre les deux espèces naturelles dont il s'agit. A ce titre elles ont une réelle importance, et leur auteur a rendu à la science un véritable service en les poursuivant avec une persévérance qu'on ne saurait trop louer. Indépendamment du cachet d'authenticité scientifique qu'il leur a donné, nous pensons que les résultats mêmes de l'étude de M. Sanson seraient de nature à lever tous les doutes, s'il pouvait en subsister. Les caractères du léporide longue soie de M. Gayot, notamment, ne sauraient être autres que ceux d'un métis de lièvre et de lapin. Ils suffiraient tout seuls pour attester la réalité du croisement et du métissage qui l'a suivi.

Études sur la dégénérescence grise de la moelle épinière (*Nordiskt Medicinsk Arckiv*, t. I, liv. I, Stockholm, 1870.) [Studier öfver grâ degeneration i ryggmargen], par Axel Jäderholm.

Ce travail contient la description détaillée de la structure microscopique de la moelle épinière, dans trois cas de l'altération anatomique nommée par Cruveilhier *dégénérescence grise*, et particulièrement de la forme en *rubans symétriques*. Les résultats sont comparés avec les descriptions et les théories des auteurs qui ont traité ce sujet. Cette dégénérescence, qui joue un si grand rôle pathologique comme point de départ anatomique des troubles de la locomotion, a été très-étudiée, mais reste néanmoins insuffisamment connue. Il n'y a pas d'accord entre les auteurs sur ce sujet, les descriptions et les théories diffèrent diamétralement. Selon Rokitansky, elle consiste en une hypertrophie énorme du tissu connectif, qui a comprimé et détruit les tubes nerveux, même d'une manière très-violente, les déchirant, les réduisant en débris ou masses de détritus, d'où se forment les corpuscules amyloïdes. Selon Leyden, c'est une atrophie primaire des tubes nerveux, et il n'y a qu'une augmentation apparente du tissu connectif, causée par le retrait du réseau connectif privé de ce qu'il enlaçait, de telle sorte que les noyaux du tissu connectif se trouvent rapprochés. Selon Rindfleisch, l'altération du tissu connectif et celle des tubes nerveux sont toutes les deux des effets coordonnés d'une dégénérescence des vaisseaux nutritifs. Selon Friedreich, c'est une inflammation chronique des méninges et du tissu connectif qui produit secondairement l'atrophie des tubes nerveux, mais sans exercer la com-

pression énergique qu'a décrite Rokitansky. Frommann a publié une description très-minutieuse de ces modifications histologiques dans un cas où il y avait des altérations considérables du tissu connectif, et particulièrement une substitution des faisceaux fibrillaires en très-grande quantité au réticulum intertubulaire.

Dans cet état de choses, j'ai cru que de nouvelles recherches, pour contrôler les antérieures, ne seraient pas tout à fait inutiles.

Quant au *tissu connectif*, ses altérations n'étaient pas très-grandes. Le maximum, dans les cas examinés, était la transformation du réticulum en fibrilles développées principalement dans la direction longitudinale avec une augmentation assez considérable des noyaux et des cellules. En effet, il faut se garder de prendre tout le tissu qui se présente entre les tubes nerveux, qui restent intacts (épars dans une partie malade), pour du tissu connectif hyperplastique ; quand on examine de telles parties avec des grossissements suffisants, on retrouve toujours (si la préparation est très-bonne), la disposition ordinaire du réticulum ; mais c'est un réticulum plus ou moins altéré quant à la forme et à la grandeur des espaces qu'il renferme ; quant à la qualité des filets constituants, la coupe horizontale montre ainsi exactement la même forme de réseau qu'à l'état sain. Si l'on examine une partie malade, dont les tubes nerveux sont complétement disparus, on trouve la même chose. Seulement si l'on examine des préparations trop durcies dans une solution d'acide chromique, on trouve un tissu qui, au premier coup d'œil, sous de faibles grossissements, présente une apparence homogène, granuleuse, comme l'a décrit Rokitansky. Mais si ces mêmes préparations sont très-bien imbibées de carmin et examinées avec une forte et bonne lentille, on retrouve toujours la disposition des éléments déjà notée. Cela ne peut pas être un tissu nouveau hypertrophique. — Une formation de fibrilles si abondante, que les fibrilles ont pénétré dans les espaces et même de manière à les remplir aux dépens des tubes nerveux, comme l'a décrit Frommann, n'a pas eu lieu dans les cas observés par l'auteur. — En examinant des parties où le tissu connectif a subi le minimum d'altération, même avec une disparition complète des tubes nerveux, le réticulum paraît au premier abord ne pas être altéré, être resté intact ; seulement les espaces sont plus ou moins rétrécis ; mais en examinant plus minutieusement et après avoir déchiré de petites parties du tissu, on trouve les filets plus forts qu'à l'ordinaire, présentant de petites plaques et nœuds considérablement plus larges qu'à l'état normal. En examinant des parties où l'on a des raisons de croire que la maladie est à son début, on trouve, entre les tubes nerveux sains, un tissu que l'on est porté au premier abord à considérer comme tissu connectif s'hypertrophiant. Mais une étude plus rigoureuse de ce tissu le montre composé de deux éléments : d'abord de cellules et de noyaux du tissu connectif, plus nombreux qu'à l'ordinaire et considérablement élargis, puis des vaisseaux capillaires. De plus, dans le voisinage immédiat de ces vaisseaux et de ces cellules du tissu connectif se trouve un tissu qui, sous de faibles

grossissements, semble presque homogène, granuleux ; mais sous des grossissements forts, on y reconnaît un réseau à mailles étroites. Ce tissu peut être considéré comme le résidu des éléments nerveux atrophiés, c'est-à-dire comme représentant leur réticulum vide et très-rétréci. Dans toutes ses préparations, l'auteur a trouvé des altérations des vaisseaux, dont les parois étaient plus ou moins épaisses, souvent beaucoup.

Quant aux *éléments nerveux*, ils sont toujours le siége d'une altération, dont le résultat final est leur disparition complète. La myéline disparaît avant le cylindre-axe ; car on trouve souvent la myéline tout à fait disparue en même temps que les cylindre-axes restent encore nettement perceptibles, quoique très-minces, par atrophie. Il est possible que les cylindre-axes, dépourvus de myéline, puissent encore fonctionner plus ou moins, transmettre des courants nerveux, d'où résulteraient les troubles dus à un isolement insuffisant. — Il n'est peut-être pas exact de parler de la disparition de la myéline; c'est plutôt une transformation chimique avec une altération de ses qualités optiques. Car le tissu connectif, conservant sa disposition ordinaire (seulement activé comme il a été dit), les espaces qui étaient occupés par les tubes nerveux doivent contenir quelque chose, une matière fluide ou demifluide quelconque, qui se soustrait à la vue et aux réactifs ordinaires de la myéline. Cette matière manque, par exemple, de la double réfraction de la myéline. — Les tubes nerveux, qui persistent parsemés dans la partie malade, sont de différentes formes et grandeurs ; çà et là ils sont énormément agrandis. En examinant des coupes longitudinales, l'auteur n'a jamais vu d'interruption dans la continuité du tube nerveux, ni de déchirement, comme l'a décrit Rokitansky. Seulement, si la moelle est mal durcie, la myéline étant fragile, alors on rencontre partout les aspects décrits minutieusement par Rokitansky. Dans un cas, l'auteur a trouvé dans la partie malade de petites masses allongées de forme irrégulière et d'aspect jaunâtre, demitransparentes, présentant une double réfraction très-prononcée, mais irrégulière. L'origine de ces masses étant inconnue, on n'a pas le droit de les considérer comme de la myéline ; cela, toutefois, serait possible. Ainsi, l'auteur croit que les éléments nerveux, en règle générale, sont transformés et plus ou moins absorbés sans déchirures violentes.

En comparant les faits que l'auteur a notés avec les descriptions de ses prédécesseurs, il est porté à en tirer les conclusions suivantes, savoir :

1° Que dans la dégénérescence grise, les altérations histologiques ne sont pas toujours identiques ;

2° Que le fait constant de la disparition ou transformation de la myéline est la cause de cet aspect particulier du tissu malade, qui lui a fait donner le nom de dégénérescence grise ;

3° Que les altérations du réticulum unissant diffèrent beaucoup d'un remplacement du réticulum tout entier par un tissu néoplastique, comme l'a décrit Frommann.

4° Qu'il serait parfaitement arbitraire de vouloir considérer ces diffé-

rentes altérations comme étant les différents degrés d'une même altération, toujours identique ;

5° Qu'une telle explication devient très-improbable lorsqu'on observe simultanément le maximum d'altération des tubes nerveux et le minimum d'altération du tissu connectif;

6° Ainsi l'étranglement mécanique des éléments nerveux par le tissu connectif s'hypertrophiant ne peut constituer la règle ; ce qui n'empêche pas que l'atrophie des tubes nerveux peut être secondaire. Suite de l'altération primaire du tissu connectif et des vaisseaux, ces altérations devraient nécessairement avoir une influence des plus graves sur la nutrition des tubes nerveux.

Quant aux racines postérieures des nerfs dont l'altération serait le point de départ de la maladie selon Leyden, l'auteur ne trouve pas que cette théorie soit confirmée. Dans l'un seulement des cas qu'il a décrits, les racines postérieures étaient gravement atteintes ; dans les deux autres, elles étaient parfaitement intactes.

Recherches sur le développement et la structure de l'oreille interne chez les mammifères (*Ueber entwickelung und Bau des Gehörlabyrinths nach Untersuchungen an Säugethieren.* Dresden, 1869, in-4, 12 kruptert), par le dr Arthur Boettcher, professeur d'anatomie et de physiologie pathologique à l'Université de Dorpat.

L'auteur, qui, déjà à plusieurs reprises (1), s'est occupé de l'anatomie du limaçon chez des mammifères adultes, a étudié dans ces derniers temps le développement du labyrinthe et a tenté, toujours en ayant égard aux élé-

(1) Voyez les publications ci-indiquées :

1° *Observationes microscopicæ de ratione, qua nervus cochleæ mammalium terminatur*. Thèse pour le doctorat en médecine. Dorpati, liv. 1850, 62 p. grand in-8. Dans cette dissertation, qui est peu connue, l'auteur a constaté, le premier, que les dents de la deuxième rangée de Corti (les piliers internes et externes de Loevenberg) forment des arcades et, s'attachant à la lame basilaire, affectent la forme d'un S. Corti les avait décrites comme tout à fait libres et flottantes à la surface vestibulaire de la lame spirale membraneuse. Outre cela, Boettcher a, pour la première fois, fait l'observation que les « coins articulaires » de Corti ne sont que les extrémités plus épaisses des piliers. Enfin, c'est lui qui a découvert devant et derrière la bande ganglionnaire des fibres nerveuses qui prennent une direction longitudinale, parallèle à celle du bord spiral. (Voy. Loevenberg, dans ce *journal*, année 1868, p. 640.)

2° Deiter, *Beiträge zur Anatomie der Schnecke* (*Archives de Virchow*, vol. XVII).

ments histologiques de l'état développé, de résoudre le problème de la structure de cet organe si compliqué.

Des données diverses sur l'état embryonnaire de l'oreille interne ont été produites par les prédécesseurs de Boettcher, mais elles sont restées isolées sans être combinées entre elles; il était impossible d'en trouver la continuité et de comprendre les phases du développement dont on avait fait l'observation. C'est surtout sur le développement des éléments du canal cochléaire et spécialement des éléments qui composent l'organe de Corti, que les détails étaient parfaitement inconnus.

Pour compléter ces lacunes de nos connaissances, l'auteur a cherché à étendre ses investigations sur une série d'embryons aussi complète que possible; il a examiné dans ce but une série continue de quatorze époques de développement d'embryons du mouton (de $0^m,09$ jusqu'à $0^m,15$ de longueur); outre cela, une quantité d'embryons du chat, du chien et du bœuf, tout en les disséquant de manière à faire du labyrinthe entier des coupes microscopiques parallèles, se suivant sans interruption, qui ont été numérotées, soumises à l'imbibition au carmin ou dans l'aniline et conservées dans du baume. Cette méthode a permis de se procurer des séries complètes de préparations microscopiques, qui, pour ainsi dire, font voir toute l'oreille interne préparée pour l'analyse microscopique. Elles peuvent être employées à tout moment pour examiner les éléments histologiques de chacune des coupes isolées, mais aussi pour examiner des relations qui existent entre les préparations successives.

Après avoir étudié ainsi le labyrinthe embryonaire, l'auteur prit de nouveau pour objet de ses explorations l'oreille interne des mammifères adultes, qu'il a examinée d'une part à état tout à fait frais et presque chaud en humectant les préparations microscopiques avec l'humeur aqueuse de l'animal tué, et, d'autre part, en employant diverses méthodes d'extraction des sels calcaires, de durcissement et d'imbibitions colorées.

Dans le chapitre 1er l'auteur donne la description minutieuse de toutes les phases embryonnaires qu'il a observées. Les faits communiqués sont accompagnés d'un grand nombre de mensurations. De là il a tiré les résultats dont la plupart se trouvent dans les paragraphes suivants.

ÉTUDE DES PREMIÈRES PHASES DU DÉVELOPPEMENT DE L'OREILLE INTERNE.

Après que la fossette auditive, qui se forme par une dépression en cul-de-sac du feuillet épidermique du blastoderme, s'est fermée et transformée en vésicule close, elle se divise en trois parties. On y voit: 1° l'appendice du vestibule; 2° l'ébauche des canaux semi-circulaires, et 3° l'ébauche du limaçon.

Pendant que les canaux semi-circulaires se développent de la manière connue, l'appendice du vestibule s'agrandit et s'élargit à l'extrémité supérieure, qui est enveloppée par l'ébauche de la dure-mère. L'appendice ou l'aqueduc du vestibule persiste sous forme d'un canal aboutissant dans un

sac de la dure-mère pendant toute la vie. Non-seulement il ne disparaît pas par involution, ce qu'on a supposé jusqu'à ces derniers temps, mais il reste même dans les mammifères adultes en communication avec le sac (*sacculus rotundus*) et l'utricule (*sacculus oblongus*) à l'aide de deux tubes étroits qui se forment par le rétrécissement du tube médian pendant l'époque embryonnaire. L'endolymphe de l'utricule et des canaux semi-circulaires peut, par conséquent, entrer librement dans la cavité du sac et de celle-ci par le canal de jonction (*canalis reuniens*, Hensen) dans le canal cochléaire, ce qui doit être d'une grande importance physiologique.

Chez des embryons, la surface interne des parois de l'aqueduc du vestibule est tapissée par une simple couche d'épithélium, qui se compose de cellules cylindriques; mais, au fur et à mesure du développement, l'épithélium s'aplatit, et c'est surtout dans le sac de la dure-mère que, chez des individus adultes, cette couche épithéliale paraît extrêmement mince. Les parois de cet endroit sont parfaitement lisses; le résultat de l'exploration est pourtant tout à fait différent quand on étudie la partie de l'aqueduc du vestibule qui touche au sac de la dure-mère et se trouve enfermée dans l'os. Ici l'animal développé nous présente des excroissances papilliformes du périoste, proéminentes dans la cavité de l'aqueduc, qui renferment des vaisseaux sanguins capillaires. Cette inégalité des parois est encore augmentée par une quantité de canaux latéraux qui se détachent du canal principal et dont la surface interne est aussi tapissée par une couche épithéliale étendue sur le périoste.

En un mot, l'auteur a découvert dans le canal épithélial de l'aqueduc du vestibule une partie jusqu'ici inconnue du labyrinthe membraneux qui exerce sans doute une grande influence sur les fonctions de cet organe. Quant à la structure des parois de l'aqueduc, on peut supposer qu'une sécrétion et résorption de l'endolymphe y a lieu; mais il est aussi très-important que les ondes sonores, en traversant l'endolymphe, puissent être transmises de l'utricule au sac et au canal cochléaire et *vice versa*.

LIMAÇON.

La plus grande partie de l'ouvrage concerne le développement et la structure du limaçon.

Pour les premières phases du développement, l'auteur a pu constater qu'au moment où se forme l'ébauche du limaçon à la surface intérieure de celle-ci se trouve un renflement de forme sphérique. On voit distinctement les cellules de ce ganglion en continuité avec les éléments du cerveau (*nerf auditif*). C'est en se courbant autour du *ganglion* que le canal cochléaire, en s'allongeant, forme la première spirale. Les cellules épithéliales cylindriques qui constituent les parois du canal cochléaire sont immédiatement en contact avec les éléments du *ganglion* à la surface intérieure. Puis le canal croissant, finit par former la deuxième et la troisième spirale, et pendant que cela se fait le *ganglion* s'accommode à l'expansion du canal, de sorte qu'il se dispose

en une *bandelette ganglionnaire*. C'est à l'extrémité croissante du canal que les cellules du *ganglion* sont principalement accumulées, et c'est autour de celles-ci que l'on voit se développer les trois tours spiraux du canal cochléaire.

Nous avons dit qu'au commencement les cellules épithéliales sont tellement rapprochées des cellules nerveuses qu'il n'y a pas d'espace entre elles; elles s'éloignent ensuite les unes des autres pendant que les fibres nerveuses intermédiaires se forment, fibres qui sont en continuité avec les cellules épithéliales, de même qu'avec les cellules du *ganglion*. Ainsi se fait l'expansion du nerf cochléen en faisceaux extrêmement aplatis. De cette manière on comprendra facilement que les faisceaux nerveux à la périphérie du limaçon en entrant dans la lame spirale osseuse se tortillent autour de l'axe du limaçon.

Mais ce n'est pas seulement le ganglion qui paraît être important pour que le tube cochléaire décrire régulièrement ses courbes jusqu'au bout, c'est aussi la capsule cartilagineuse qui, l'entourant dès qu'il a fini un tour, l'oblige de continuer en spirale sa marche circulaire. (Embryon du mouton de 2 centimètres de longueur.) Au commencement la capsule cartilagineuse se trouve tout à fait aplatie et sa surface interne égalemént voûtée; plus tard elle s'élève, et à la surface interne se forme une crête spirale. Cette crête spirale cartilagineuse qui est la première ébauche de la lame osseuse séparant les tours de spire de la cavité du limaçon (paroi intermédiaire) ne se forme pas comme on l'a supposé (Kölliker) par la croissance du cartilage vers la cavité, mais bien par l'élargissement de la cavité aux environs de la crête, ce qui se fait par l'accroissement du canal cochléaire et par l'évolution des rampes.

DÉVELOPPEMENT DES RAMPES ET DE L'ENVELOPPE FIBREUSE DU CANAL COCHLÉAIRE.

L'auteur a constaté par des mesures prises aux différentes époques de la vie intra-utérine que la transformation du tissu embryonnaire en tissu muqueux (qui est remplacé par du liquide, la périlymphe) exerce non-seulement de l'influence sur l'accroissement, mais aussi sur la forme du limaçon. C'est surtout la forme de l'axe de la columelle, de la lame spirale osseuse, de même que du canal cochléaire (qui devient de plus en plus triangulaire) qui dépend de la formation des rampes; la lame spirale osseuse par exemple ne se forme pas par croissance de dedans en dehors, comme on l'a décrit jusqu'à présent, mais plutôt de telle sorte que la rampe vestibulaire et la rampe tympanique la font sortir du tissu connectif remplissant la cavité de la capsule cartilagineuse du limaçon.

La rampe vestibulaire s'étend vers le sommet du limaçon jusqu'au bout du canal cochléaire. Reichert (*Abhandlungen der Berliner Academie*, 1864) avait décrit le bout du canal comme entouré de tous côtés par la substance osseuse.

Quant à l'ossification du limaçon, les observations de l'auteur lui prouvent comme un fait principal que la coquille, qui même chez des individus adultes

se laisse nettement isoler du rocher par le ciseleur, se forme par ossification du périoste, pendant que la substance osseuse qui l'entoure provient du cartilage.

DÉVELOPPEMENT DES CELLULES ÉPITHÉLIALES DU CANAL COCHLÉAIRE ET LEUR RELATION AVEC L'ENVELOPPE CONNECTIVE.

Les cellules prismatiques de la paroi du canal cochléaire sont tout d'abord beaucoup plus élevées là où se fait l'insertion des fibres nerveuses que dans la paroi opposée, sans que l'on puisse constater quelque différence de forme. Cela dure jusqu'à la formation des rampes. A cette époque les éléments du canal cochléaire commencent à s'altérer d'une manière surprenante. Ce sont principalement les faits suivants qu'il faut mentionner comme nouveaux :

1° Les dents de la première rangée et les excroissances cylindriques de la bandelette sillonnées (Corti) se forment ainsi qu'il suit. Les faisceaux du tissu connectif en croissant se dirigent vers les cellules épithéliales prismatiques placées à leur surface ; ils pénètrent en entrelaçant les cellules épithéliales jusqu'à la surface libre du canal et se transforment ensuite en substance homogène. Dès ce moment, les cellules épithéliales restent entourées de substance hyaline et se présentent dans les sillons décrits par Corti. Ces observations de l'auteur diffèrent beaucoup de l'opinion qu'a énoncée Hensen, qui pense que la substance homogène des dents de la première rangée et des excroissances cylindriques est un produit des cellules épithéliales. (*Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, vol. XIII, 1863).

2° Les trous de la *bandelette perforée*, par lesquels chez des individus adultes entrent les fibres nerveuses dans le canal cochléaire, n'existent pas sur les embryons. Les fibres nerveuses se répandent chez eux par une fissure en spirale se trouvant entre les deux lamelles qui vont former la lèvre inférieure ou tympanique ; elles ont donc un accès plus libre auprès des cellules du canal que plus tard. La bandelette perforée ne se forme que par la réunion des deux lamelles qui enferment en haut et en bas la couche de fibres nerveuses, et cette réunion n'a lieu qu'entre les faisceaux nerveux, de sorte que partout où se répandent ces derniers, se forment des perforations. Ce mode de formation de la *habenula perforata* était parfaitement inconnu jusqu'à présent.

3° Le grand bourrelet épithélial se compose d'une seule couche de cellules très-élevées. (Middendorp en avait décrit trois.) Il disparaît au fur et à mesure que le développement avance (Kölliker avait supposé qu'il persiste chez le bœuf), mais il n'est pas sans intérêt de savoir qu'une partie du grand bourrelet est encore bien conservée chez des chats et des chiens nouveau-nés ; de là s'explique un grand nombre d'erreurs, par exemple l'observation de Deiters, qui a pris les cellules du grand bourrelet pour des cellules appartenant au tissu connectif. (*Bindegewebiger Stutzfasersystem.*)

4° La partie la plus importante de la paroi tympanique du canal cochléaire,

est le petit bourrelet épithélial, d'où proviennent les arcades et les cellules terminales des fibres nerveuses. L'auteur a décrit pour la première fois le développement de ces éléments microscopiques ; mais il est impossible de répéter dans cette analyse tous les détails qu'il a communiqués. Nous nous bornons à constater les découvertes qui suivent :

a. Les piliers internes et externes se forment aux dépens d'une même ébauche. C'est une cellule extrêmement large et de forme triangulaire qui leur donne naissance ; en dedans et en dehors la substance de cette cellule devient striée et fibrillaire en se transformant en piliers. La partie intermédiaire disparaît peu à peu et le reste du protoplasma contenant un noyau persiste en continuité avec chaque pilier (cellule basilaire). Chez des individus adultes les piliers sont pareillement composés de fibrilles très-délicates ; cette observation de l'auteur a été depuis confirmée par *Hensen* (*Archiv. der Ohrenheilkunde*, vol. XVII). Quant au développement des piliers, *Gottstein* a constaté les faits ci-dessus cités (*Archiv. für micros. Anat. v. Max. Schultze*, VIII, 1871, p. 115), mais il a ajouté quelques objections qui pourtant ne sont ni importantes ni justes.

b. *Développement et structure des cellules dans lesquelles se terminent des fibres nerveuses radiaires*. La forme de ces cellules auditives est différente de celle qu'avait décrite *Deiters*, et la terminaison des nerfs y a lieu en dedans et en dehors des piliers. *Waldeyer* (*Strickers Handbuch der microsc. Anat.*) et *Gottstein* (*loc. cit.*) ont confirmé en général les faits avancés par l'auteur, par exemple la terminaison des nerfs. Mais, outre cela, *Bœttcher* a trouvé dans les cellules de Corti des fibres centrales qui entourent le noyau et les avait déjà décrites en 1859 dans les *Archives de Virchow* ; *Waldeyer* et *Gottstein* ont communiqué récemment les mêmes faits sans en rendre compte. Il n'existe pas pourtant de fibres communicatives entre les cellules des rangées suivantes de l'organe de Corti.

c. La membrane réticulée se compose de diverses pièces appartenant aux cellules et aux piliers de l'organe de Corti.

d. Les arcades et les cellules auditives sont couvertes de cellules épithéliales transformées qui, s'attachant à la membrane basilaire, forment un arc qui contient tous les éléments nerveux et l'appareil acoustique. Les cellules auditives supérieures (cellules du sommet de Lœwenberg) et inférieures (découvertes par Bœttcher) à la surface interne des arcades, ne sont par conséquent pas nues comme on l'a supposé, mais couvertes d'une mince couche épithéliale dont les cellules ont subi une transformation particulière.

e. Les cils qui couronnent la surface des cellules de Corti aussi bien que la surface des cellules du sommet, sont un produit artificiel qui se fait par la séparation de la membrane de Corti attachée à la surface supérieure de ces cellules.

MEMBRANE DE CORTI.

C'est la zone épaisse de cette membrane qui se développe la première à la

surface du grand bourrelet épithélial ; on y voit une cuticule striée extrêmement mince. Elle est composée de fibrilles qu'on peut isoler chez des embryons de même que chez des animaux adultes. (D'autres observateurs avaient prétendu le contraire).

Or comme l'auteur a aussi trouvé que les cellules épithéliales à l'endroit de naissance de cette membrane portent de longs cils à leur surface, il est porté à supposer que la membrane de Corti se forme par la réunion de ces cils. (On avait émis l'opinion qu'elle se développe par une sécrétion des cellules épithéliales.)

Quant à la troisième zone de la membrane de Corti, il l'a observée comme attachée par des fibres aux cellules du sommet et aux cellules de Corti, d'où il faut conclure que les cils qu'on trouve souvent à la surface de ces cellules sont des fibrilles composant les fibres de la troisième zone, et que celles-ci, quand la membrane est déchirée, se présentent sous forme de cils.

Ce fait inattendu, que l'auteur a eu l'occasion de constater également chez des embryons du bœuf et du chat, l'a engagé à étudier la troisième zone de la membrane de Corti avec plus de soin que ne l'ont fait ses prédécesseurs. Il décrit les altérations que la membrane présente d'après les diverses méthodes de préparation et démontre les sources des erreurs qu'on a commises à l'égard de la troisième zone, par exemple l'origine apparente d'un vaisseau sanguin au bord externe de la membrane. A la surface supérieure de la membrane de Corti il a découvert des stries un peu élevées et très-régulières dont l'existence a été confirmée par *Hensen* (*loc. cit.*).

LAME BASILAIRE.

La lame basilaire est composée de trois couches, dont la supérieure est fibreuse, la moyenne hyaline et l'inférieure cellulaire. Quant au développement de ces couches, l'auteur a constaté que les deux inférieures appartiennent à l'enveloppe du canal cochléaire et se forment du tissu connectif embryonnaire, tandis que les fibres de la couche supérieure qui se trouvent en continuité avec les fibres des piliers externes proviennent probablement des cellules épithéliales du canal cochléaire. Quant à la zone lisse de la lame basilaire, l'auteur a soutenu depuis longtemps (1859, *Archives de Virchow*) l'opinion que là aussi il y a des fibres, bien qu'elles soient moins distinctes que sur la surface de la zone striée. Cette observation qu'il a vérifiée dans ses investigations récentes a été confirmée depuis par *Hensen* (*loc. cit.*).

Mais pour ce qui concerne les fibres (cordes) de la lame basilaire décrites nouvellement par *Nuel* (*Archiv. für mikr. Anat. v. Schultze*, vol. III, p. 200), *Bœttcher* a fait connaître qu'elles sont les produits de l'action de l'acide osmique employé par Nuel.

PAROI EXTERNE DU CANAL COCHLÉAIRE.

1° Dans le sillon spiral externe on trouve des cellules épithéliales qui en-

voient des prolongements dans le tissu du ligament spiral. On les voit chez des embryons de même que chez des animaux développés dans tous les trois tours de la lame spirale. Mais dans le premier tour elles sont plus grandes et plus nombreuses et entrent horizontalement avec plusieurs prolongements dans le tissu du ligament spiral ; dans le deuxième tour et plus encore dans le troisième, elles sont plus petites et ont une direction de plus en plus verticale. Le développement de ces cellules ne commence qu'aux dernières époques de la vie intra-utérine. Ces cellules étant détruites, ce qui arrive très-facilement, on trouve des excavations profondes dans le sillon spiral externe qui ont fait croire que la partie extérieure de la lame basilaire est percée de trous (Corti, Kölliker). Cette apparence résulte de ce que, dans quelques préparations, la couche hyaline du ligament qui tapisse le sillon spiral se détache en continuité avec la partie extérieure de la lame spirale, d'où il suit que la lame détachée doit être percée de trous là où se trouvent les excavations du ligament. Pour ce qui concerne le rôle physiologique de ces cellules, l'auteur émet, sous toutes réserves pourtant, l'opinion qu'elles sont peut-être des éléments contractiles.

2° La bande vasculaire a été étudiée par l'auteur à toutes les époques du développement. Les cellules cylindriques du canal cochléaire envoient des prolongements au tissu connectif du ligament spiral, qui ont déjà été vus par d'autres observateurs. Mais ce qui est neuf, c'est qu'à la période où ces prolongements se forment, le tissu connectif subit une métamorphose en tissu muqueux et s'atrophie pendant que les vaisseaux sanguins s'accroissent et se rangent en une bande vasculaire. La paroi du canal recule par conséquent sous la bande vasculaire, de sorte qu'étant convexe chez des embryons elle devient concave. Cette réduction de la partie supérieure du ligament contribue non-seulement à élargir le canal, mais fait aussi saillir la partie inférieure du ligament en forme de bourrelet. Ce bourrelet du ligament spiral n'existe point encore sur des embryons du chat de 9 centimètres de longueur, tandis qu'il est à peu près développé sur des chats nouveau-nés. La zone du tissu muqueux qu'on a appelée analogue au cartilage (Kölliker) est très-mince chez eux et finit par disparaître totalement.

NERF AUDITIF.

Le développement et l'expansion des fibres du nerf auditif ont été étudiés par l'auteur à toutes les époques de la vie embryonnaire indiquées plus haut. Les faisceaux nerveux dont la racine postérieure est constituée par les barbes du *calamus*, et dont la racine la plus antérieure (antéro-latérale) vient du pédoncule cérébelleux inférieur, rangés en séries, se portent, chez des embryons, directement tout droit à l'organe auquel ils sont destinés. Or, comme les fibres qui naissent du plancher du quatrième ventricule entrent dans le limaçon (fait constaté par l'auteur) qui se trouve pendant les premières époques du développement en bas, et comme les fibres antéro-latérales se ren-

dent au vestibule situé en haut et en arrière, un croisement des fibres doit nécessairement y avoir lieu. Plus tard, quand les fibres nerveuses s'allongent au fur et à mesure que le conduit auditif se développe, le limaçon se place de plus en plus en avant, le vestibule au contraire en dehors et en arrière. C'est pourquoi les faisceaux du nerf auditif sont forcés de se contourner les uns autour des autres, de sorte que les fibres de la racine postérieure en entrant dans l'axe du limaçon par le *tractus spiralis foraminosus* peuvent parvenir le plus en avant et *vice versâ*.

La plupart des fibres du nerf cochléen ne sont pas pourtant pourvues de cellules nerveuses devant le *tractus spiralis foraminosus;* le ganglion des fibres est la bande ganglionnaire de la lame spirale. Un rameau du nerf cochléen seulement se renfle en un *ganglion* avant d'entrer dans la cavité du limaçon. Ce *ganglion* est situé vis-à-vis du sac sur la face externe du nerf; les fibres nerveuses qui en partent se rendent d'une part à l'extrémité vestibulaire de la lame spirale du limaçon et de l'autre se portent en dehors et en arrière pour gagner la paroi du sac et la cloison de séparation de celui-ci et de l'utricule. L'auteur a donc découvert un *ganglion* qu'on peut appeler le *ganglion du sac* ou le *ganglion vestibulaire antérieur*, et qui est bien différent du renflement de la branche postérieure du nerf acoustique (*gonflement gangliforme de Scarpa du nerf vestibulaire*), dont les branches afférentes se terminent dans les parois de l'utricule et des ampoules.

ERRATA.

Page 334, lisez *vert* au lieu de *jaune*, au commencement de la dix-neuvième ligne.

Lisez *ne sont pas distingués* au lieu de *sont distingués,* au milieu de la vingt-quatrième ligne.

A la légende des planches IX, X, XI et XII, au lieu de *spatiferus* écrivez *spathiferus*, et pl. X, *au lieu de* fig. 35 *écrivez* fig. 3.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES

ET ZOOLOGIQUES

SUR DEUX ESPÈCES DE DAPHNIES

Par M. Ch. ROBIN.

(PLANCHES XVI, XVII, XVIII ET XIX.)

Ce travail a pour but de donner une détermination plus précise des caractères zoologiques des espèces de Daphnies qui sont le plus souvent utilisées dans les recherches physiologiques, en les envisageant à leurs divers âges. Il a aussi pour but de mieux faire connaître certains de leurs organes, ainsi que les divers ectoparasites qui parfois les surchargent au point de changer notablement leur aspect extérieur, lorsqu'on les examine à l'œil nu.

§ 1er. — Remarques taxinomiques.

1° *Daphnia pulex*, Straus, ex O. F. Müller, et Swammerdam. Corps de forme générale lenticulaire, d'un tiers à la moitié plus long que haut, pouvant atteindre 4 et 5 millimètres. Bec ou rostre en forme de mufle; antennes (*palpes*, *barbillons*, *antennules* ou *tentacules*) insérées sous la pointe du rostre.

Pas de dépression notable entre la tête et le dos. Bras ou rames (*grandes antennes* de Straus) de grandeur moyenne, ne dépassant pas l'extrémité du corps quand elles sont étendues en arrière.

Carapace réticulée, avec une carène sur toute la longueur du dos (bord supérieur des valves de Straus), qui se prolonge en pointe styliforme dentelée, plus ou moins aiguë, dépassant l'abdomen. En arrière et au-dessus de celui-ci, trois mamelons (et non quatre, comme le décrit et le figure Straus), puis plus bas le tubercule sus-anal portant deux soies.

Femelle à corps relativement trapu et massif. Rostre conoïde, et sous sa pointe les antennes très-courtes, ne dépassant pas ou dépassant à peine cette pointe (pl. XVIII, fig. 2, *t*). Dos un peu bombé; prolongement styliforme de la carène et des valves dirigé dans l'axe du corps, se raccourcissant à chaque mue et devenant obtus chez l'adulte (*q*). Partie dorsale de l'abdomen concave, laissant un espace considérable (poche ou chambre à œufs, *utérus* ou *matrice* de Jurine) entre elle et la portion correspondante de la carapace (*o*); premier mamelon de l'arrière de l'abdomen digitiforme, recourbé en dessus et en avant (*p*) et fermant cette cavité vide ou pleine d'œufs; deuxième mamelon (*v*) de même forme, recourbé en arrière, hérissé de petites pointes, ainsi que le dernier, qui est très-court (*pc*). *Ephippium* à deux œufs chacun (pl. XVIII, fig. 3, et pl. XVI, fig. 3).

Mâle : Petit, atteignant rarement une longueur de 2 millimètres, plus mince et plus comprimé que celui de la femelle (pl. XVII, fig. 1 et fig. 3). Rostre court et mousse, portant en dessous et de chaque côté nu une longue antenne (*t*) très-caractéristique, terminée par un stylet courbe et grêle (*h*). Dos non bombé; prolongement styliforme de la carène et des valves, grêle, hérissé, au moins deux fois plus long que sur les femelles et plus ou moins relevé (*q*).

Onglet terminal du dernier article de la première paire de pattes (*a*,*b*) courbe, très-long, gagnant jusqu'à l'arrière des valves, au-dessous desquelles il fait saillie. Partie dorsale de l'abdomen droite, inclinée; tous les mamelons de l'arrière de cette partie très-courts, non recourbés, ne limitant pas de chambres à œufs. Un mâle environ pour cinquante ou cent femelles, rarement plus.

Jeunes non sexués : Longs d'un millimètre et demi ou au-dessous. Corps mince et effilé, surtout en arrière. Rostre, antennes et onglets des pattes branchiales comme sur la femelle. Prolongement styliforme de la carène, et mamelon de la portion dorsale de l'abdomen grêle, styliforme, allongé comme sur le mâle.

Jeunes au sortir de l'œuf : Longs d'un quart de millimètre environ. Corps presque ovoïde, court par rapport aux bras ou rames. Carapace non carénée, échancrée à la place ou après la première

mue seulement, sera le prolongement styliforme, qui manque ainsi à cette époque (1).

Variétés du Daphnia pulex. — a. *D. longispina :* Dénommé et considéré comme espèce distincte par O. Müller et par divers auteurs modernes; il a été reconnu par Jurine (1820) et Baird (1838) comme une simple variété représentée par les individus jeunes, sexués ou non, dont le prolongement styliforme de la carapace n'est pas devenu court et obtus à chaque mue. Les *D. ephippiata* et *ramosa* de Koch ne sont très-probablement aussi pas autre chose que cette même variété.

J'ai constaté qu'il est des eaux stagnantes, telles que celles des puits et des citernes, dans lesquelles les femelles adultes les plus grosses conservent, pendant toute leur vie, ce prolongement plus grand que celles qui vivent dans les mares à découvert. Même alors ce prolongement est de moitié plus court que celui des mâles et des jeunes, sur qui en outre il est un peu redressé par rapport à l'axe du corps.

b. *Daphnia magna :* Considéré avec doute comme espèce distincte par Straus (1818); décrit comme espèce par plusieurs auteurs modernes, il a été à juste titre donné comme simple variété du *D. pulex* par Baird. Ce sont simplement des *D. pulex* atteignant une grande taille (4 et 5 millimètres) qu'on a considérés comme formant une espèce distincte. On trouve en effet des mares dans lesquelles les femelles adultes des réunions ou familles que forment ces entomostracés ont pour la plupart cette grande taille, tandis que dans la même contrée les autres mares sont habitées par des familles dont les adultes sont plus petits. Le nombre des œufs que portent les femelles est plus considérable sur les premières que dans celles-ci, et ils sont souvent plus petits. Les mâles ne sont pas plus gros dans ces réunions que dans les autres. Il est de ces réunions de grands individus femelles dans lesquelles la plupart ont une longue queue ou au contraire un prolongement court et obtus (pl. XVIII, fig. 1, *q*). Il en est aussi dans lesquelles les individus gros ou petits montrent une ou deux dépressions

(1) Il n'est par conséquent pas exact de dire avec Straus, que la détente de la queue styliforme de la carapace des jeunes détermine l'éclosion.

transversales et le rudiment d'une troisième sur la carène de la carapace, au niveau du tiers postérieur du corps. Ces incisures persistent sur la carapace tombant à chaque mue. Quant à l'état plumeux des soies, des rames ou bras donné par Straus et autres comme propre à cette variété, il appartient à toutes les espèces. Sur ces individus le corps est moins long, moins effilé, et plus haut que sur les autres. Les individus des réunions de cette variété se mêlent peu à ceux des autres variétés, lors même qu'ils sont dans une même mare. Ils le sont toutefois.

Les faits précédents, qui réduisent à une espèce, au lieu de trois, les entomostracés dont il vient d'être question, montrent que nulle espèce ne peut être considérée comme déterminée tant que la caractéristique des diverses sortes d'individus, sexués ou non, n'est pas donnée comparativement les uns aux autres.

2° *Daphnia macrocopus*, Straus (1).

Corps de forme générale lenticulaire, du quart au tiers plus long que haut, relativement court et épais, ne dépassant guère une longueur d'un millimètre et demi.

Tête séparée du reste du corps par un sillon transversal circulaire; bec ou rostre très-obtus.

Antennes ou tentacules insérés plus près des yeux que du bout du rostre.

Bras ou rames grandes, à pédoncule large, dépassant le corps quand elles sont étendues en arrière (pl. XVI, fig. 1 et 2, *e*,*c*,*d*).

Carapace non réticulée, sans carène dorsale, avec une échancrure arrondie en arrière laissant voir l'extrémité de l'abdomen (pl. XVII, fig. 2, *f*), qui, au-dessus du tubercule portant les deux soies sus-anales, longues dans cette espèce, ne présente que deux mamelons rudimentaires à peine distincts.

Femelle : à corps raccourci, épais.

(1) Straus, *Mémoire sur les* Daphnia *de la classe des Crustacés* (*Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, Paris, 1818, in-4, t. V, p. 55, pl. XXIX, fig. 30). Ce nom est donné de μακρος, grand, κωπη, rame. Tous les auteurs, Leydig excepté (*Naturgeschichte der Daphniden*, Tubingen, 1860, in-4°, p. 166), le font appeler *macropus* par Straus, dans leurs synonymies, mais à tort. — *Monoculus brachiatus*, Jurine, *Hist. des Monocles* (Genève, 1820, in-4, pl. XII, fig. 3 et 4). — *Daphnia brachiata*, Desmarets et divers autres auteurs.

Antennes fusiformes, saillantes, mobiles, droites, presque aussi longues que la tête (pl. XVI, fig. 1 et 2, *t*). Dos non bombé, sans chambre à œufs.

Ephippium à un seul œuf chacun, très-rarement deux.

Mâle : De la taille de la femelle. Corps et tête un peu plus effilés.

Antennes deux fois plus longues que la tête, grosses, cylindriques, un peu amincies en avant, trois fois infléchies (pl. XVII, fig. 2, *t*). Un mâle pour trente à quarante femelles, rarement plus.

Jeunes au sortir de l'œuf et non sexués : Semblables aux femelles, mais plus petits ; le corps plus court par rapport aux bras et à la tête, et échancrure postérieure de la carapace relativement plus considérable qu'à l'état adulte.

La longueur des palpes ou antennes et des bras, l'échancrure postérieure de la carapace, laissant voir l'arrière de l'abdomen qui manque de mamelons, et l'absence de réseau sur le test, font distinguer aisément cette espèce de la précédente.

Le *Daphnia sima*, O. F. Müller, est, comme le *D. macrocopus*, l'une des espèces dont la carapace ne se prolonge pas en arrière en stylet ou queue, et présente au contraire aussi une légère échancrure au-dessus de la partie postérieure du corps. Ces particularités le font distinguer au premier coup d'œil des *D. pulex*. Il ressemble davantage au *D. macrocopus*, ses tentacules étant conformés comme sur celui-ci ; mais il s'en distingue par un volume plus grand du tiers et plus, beaucoup d'individus atteignant ou dépassant une longueur de 2 millimètres. L'échancrure postérieure de sa carapace est moins profonde. Leur corps est relativement plus trapu et moins long, mais plus élevé, à mesurer du bord dorsal au bord ventral de la carapace. Le rostre est mousse, peu saillant ; le sillon qui le sépare du reste du corps est assez profond.

Les bras, ramenés en arrière, atteignent l'extrémité du corps sans le dépasser. Ils sont gros, à soies plumeuses, courtes relativement.

La carapace est surélevée sur le dos des femelles de manière à former une chambre à œufs que ferme un resserrement postérieur de la carapace ; car le corps, comme sur le *D. macrocopus*, man-

que des mamelons digitiformes recourbés qu'on trouve sur les *D. pulex*. Son corps est à peu près aussi haut que long.

Le mâle se distingue aisément de celui des *D. macrocopus* par la présence d'un volumineux crochet courbe à l'extrémité de la première branchie, par des tentacules relativement plus gros, deux fois plus longs que le rostre et terminés par des crochets plus forts. Le corps du mâle est d'un quart moins haut que long.

Les embryons et les jeunes ont leurs tentacules analogues à ceux des mâles.

Cette espèce vit mêlée aux individus des *D. pulex* et *macrocopus*, ou par familles éparses séparées de celles des précédentes.

En été, on trouve des œufs ou des embryons éclos, au nombre de quatre à huit, dans la chambre dorsale des femelles. Vers la fin de septembre, cette cavité contient un *ephippium* dont chaque valve ou moitié renferme un seul œuf, ou plus rarement deux.

§ 2. — Observations sur les ectoparasites animaux et végétaux des Daphnies.

Ces Daphnies ont une teinte d'un gris rosé, demi-transparent, qui peut varier entre le gris rougeâtre bien prononcé et le gris demi-transparent proprement dit, ou verdâtre, selon la température, la nature et l'exposition des eaux stagnantes dans lesquelles elles vivent.

Les *Daphnia macrocopus* ne sont jamais aussi fortement teintés en rouge que les *D. pulex*.

Dans une même mare on les voit passer, d'une saison à l'autre, du gris au rouge, ou réciproquement.

Leurs réunions en amas nuageux ou en traînées souvent d'une grande étendue, colorent en gris rougeâtre, et même en rouge très-prononcé, les eaux à la surface desquelles ils s'assemblent par myriades. Cette cause de coloration des eaux, mise en doute par Straus et d'autres auteurs, contrairement à Duméril, etc., est pourtant des plus manifestes. Lorsque leur couleur devient grise ou d'un gris verdâtre, l'eau est rendue grisâtre et trouble par leur présence.

Dans les réunions de Daphnies rougeâtres on voit souvent quel-

ques individus dont la couleur grise tranche sur celle des autres. Ceux-ci ont leur sang et leurs parties molles incolores ou à peu près. On constate bien alors que les individus rougeâtres à la lumière réfléchie ont, sous le microscope, par lumière transmise, leur sang et leurs parties molles d'une teinte soit jaune verdâtre, soit jaune rosé. La teinte rougeâtre à l'œil nu, la coloration verdâtre sous l'influence de la lumière transmise, diminuent peu à peu et disparaissent en peu de jours sur ces animaux vivant dans des flacons. Le sang et les tissus mous deviennent incolores, et l'animal, vu à l'œil nu, devient grisâtre.

Il est des individus, surtout du *D. macrocopus*, qui sont rendus blanchâtres, opalescents, par des plaques d'une substance réfractant fortement la lumière, prenant des figures rayonnées plus ou moins variées. La substance de ces plaques se réunit peu à peu en gouttes d'aspect huileux, demi-liquides, sans se séparer de la carapace, à laquelle elle adhère et sur laquelle on suit les modifications précédentes. Leydig considère cette substance comme une sécrétion de nature calcaire.

Outre les variations naturelles de la couleur propre de ces animaux dont il vient d'être question, leur coloration peut encore être accidentellement modifiée par les causes suivantes. Ceux particulièrement qui vivent dans des bassins ne recevant pas la lumière solaire sont chargés de touffes de Vorticelles insérées sur la carapace, les articles des bras, les branchies, et même sur les crochets terminaux de l'abdomen. Ces infusoires donnent une couleur blanchâtre et un aspect floconneux aux Daphnies, dont le volume paraît alors plus grand qu'il n'est réellement. Entre les touffes des Vorticelles se trouvent souvent aussi des Brachions, et avec ces divers êtres de nombreuses Monades. Dans certaines mares ce sont surtout des Brachions (*Brachionus rubens*) qu'on trouve fixés en quantité souvent considérable à la surface du test et des divers organes extérieurs des Daphnies, au point de les rendre plus opaques à l'œil nu qu'ils ne le sont ordinairement.

Enfin des zoospores vertes, isolées ou en amas plus ou moins considérables, sont souvent aussi fixées sur ces mêmes organes, au niveau de leurs articulations particulièrement; on les voit, soit

seules, soit en même temps que les animaux dont il vient d'être question. C'est par leur petite extrémité qu'elles sont fixées à ces organes.

Des touffes de *Leptothrix* adhèrent également au test de divers de ces branchiopodes.

Algues ou champignons parasites des Daphnies. — Indépendamment des ectoparasites précédents, on trouve encore les suivants, soit seuls, soit avec les autres ; ils existent souvent en quantité prodigieuse, de manière à donner un aspect floconneux aux organes sur lesquels ils sont fixés (pl. XIX, fig. 3, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, etc.).

Ces parasites sont de nature végétale, mais incolores ou blanchâtres, transparents ou demi-transparents, en raison de leur petitesse. Ils sont formés d'abord d'une cellule fusiforme (fig. 3, *a*, *b*, *c*, *d*), longue de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$, large de $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$, pâle, adhérente par l'une de ses extrémités aux soies des bras (*m*, *n*), etc. Beaucoup de ces cellules, mais non toutes, montrent au bout d'un certain temps de une à quatre gouttelettes hyalines, incolores ou jaunâtres, entourées de granulations plus ou moins fines, grisâtres ou jaunâtres, et plus ou moins abondantes de l'un à l'autre de ces éléments.

Ces cellules grandissent en devenant plus ou moins granuleuses (fig. 3, *d*), jusqu'à ce qu'elles atteignent une longueur de $0^{mm},1$ à $0^{mm},3$, et une largeur de $0^{mm},012$. On voit alors la masse grenue de ces cellules se marquer de lignes ou sillons grisâtres (*e*, *f*,) qui la divisent en segments étroits et allongés. Au bout de quelques heures ces segments se séparent successivement les uns des autres de l'extrémité libre vers l'extrémité adhérente de chacun de ces fuseaux. Ils le font en se recourbant et s'écartant brusquement dans toute leur longueur (*g*), comme par un mouvement de détente, mais en restant toutefois adhérents à leur voisin par l'une de leurs extrémités (*h*, *i*, *l*). Ils forment ainsi des grappes qui s'agrandissent toujours, parce que chaque segment, formant une cellule telle que celle qui vient d'être décrite, subit à son tour les phases évolutives dont il vient d'être parlé, et dont la durée est de huit jours environ.

Toujours, du reste, quelques-unes de ces cellules, ainsi individualisées, se détachent des autres, deviennent libres, ce qui limite l'agrandissement des grappes qu'elles forment. Celles qui sont devenues libres flottent dans l'eau ambiante, ou se fixent aux organes voisins de celui sur lequel elles se sont d'abord produites, pour subir l'évolution dont il vient d'être question.

Parfois des Vorticelles se fixent à ces grappes de cellules fusiformes et augmentent encore le volume apparent des Daphnies, chargées de ces houppes grisâtres floconneuses.

Ces cellules sont jaunies par l'iode, pâlies seulement par les acides sulfurique et chlorhydrique ordinaires; l'ammoniaque ne les attaque nullement.

Quand l'eau des mares est rendue vaseuse par les pluies, ces cellules se chargent extérieurement de particules terreuses, grisâtres ou brunâtres, qui changent le volume et la couleur de l'animal qui les porte.

§ 3. — Remarques anatomiques.

Carapace. — Les valves et la partie céphalique de la carapace sont régulièrement et élégamment réticulées sur le *D. pulex*. Les mailles du réseau qui est dessiné sur cette enveloppe sont quadrilatères à angles mousses, et disposées, en séries régulières obliques, sur les valves et la partie dorsale de la tête. Elles sont pentagonales ou hexagonales, en séries peu régulières sur la tête et près du prolongement caudal styliforme (pl. XVII, fig. 1 et 3).

Au milieu de chaque maille on distingue, sur les mâles et beaucoup de femelles, deux ou trois granules ayant l'aspect d'une ponctuation étoilée (fig. 1). L'étude de la mue montre que ces ponctuations appartiennent au tégument sous-jacent, mais non à la carapace elle-même.

Quand l'animal abandonne celle-ci, l'aspect réticulé seul s'y retrouve, mais les lignes du réseau sont très-pâles et elles disparaissent après quelque temps de séjour dans l'eau. Les ponctuations stelliformes du centre des mailles manquent dans la portion céphalique de l'animal, où les mailles sont plus petites. L'acide chlorhydrique pâlit le test sans le dissoudre, ni amener de déga-

gement de gaz; mais il fait disparaître son aspect réticulé. L'acide acétique agit de la même manière.

Le bord de la partie postérieure des valves est, dans ces deux espèces de dentelures, plus fort sur le mâle que sur la femelle, et signalé par presque tous les auteurs, depuis O. F. Müller. Au devant de cette rangée de pointes on voit, en dedans de ce bord, une très-petite saillie, ou mince bourrelet interne, qui porte des poils fins assez rapprochés, plus longs sur le mâle que sur la femelle, ainsi que l'avait déjà vu Müller.

Ces dentelures et le reticulum de la carapace manquent sur le *D. macrocopus*, et les poils dont il vient d'être question existent seuls dans cette espèce.

Bras locomoteurs (*grandes antennes* ou *rames* de quelques auteurs). — Il est plusieurs particularités anatomiques, offertes par les bras, qui n'on pas été toujours exactement signalées, qu'il importe de noter ici. Leur tige et chacun des trois articles de leurs branches portent six ou sept rangs circulaires obliques transversalement (pl. XVII et XVIII, fig. 4) de courts poils rigides. Leur bord supérieur en porte en outre un autre, et leur face interne montre une rangée longitudinale de poils fins, flexibles, plus longs (fig. 4, *f*).

La tige porte deux poils ou piquants, assez gros et assez longs (pl. XVI, fig. 1, *m*), à la base de sa face externe. Jurine seul les a représentés sur le *D. macrocopus*, mais comme un tubercule unique, à sommet bifurqué. La tige montre aussi deux poils ou piquants analogues vers son bord supérieur. L'un de ces piquants est deux fois plus long que l'autre, et en deux pièces articulées près du milieu de sa longueur (pl. XVIII, fig. 4, *b*). Jurine a figuré le plus grand sur les *D. macrocopus* et *sima*. La base de la tige montre plusieurs plis transversaux que séparent plusieurs petits bourrelets.

La plus petite des deux branches des bras ou rames, qui semble n'avoir que trois articles comme l'autre, en a réellement quatre (voy. pl. XIX, fig. 1 de *a* en *e*), comme l'indique Straus. Son deuxième article, au lieu de poil cilié, porte à son extrémité supérieure un piquant rigide (*d*, et pl. XI, fig. 4, *d*), que Jurine seul a figuré.

A côté est un tubercule mousse (*e*). Il est plus grand dans le *D. macrocopus* que sur le *D. pulex*. Il en est de même du piquant et du tubercule analogues qu'on voit à côté des trois poils qui sont au sommet du dernier article de chacune des branches des rames (pl. X, fig. 4, *d*,*e*, et pl. XII, fig. 1, *e*,*f*).

Ainsi que l'a vu Jurine, les cinq soies de la grosse branche des bras, et les quatre de la petite (pl. XII, fig. en *p* et en *o*), sont plumeuses dans toutes les espèces, c'est-à-dire garnies de deux rangs de poils fins et rapprochés. Elles ne sont pas sans barbes dans certaines espèces et plumeuses dans les autres, comme l'a dit Straus. Ces soies sont formées de trois pièces articulées l'une avec l'autre, à articulations assez résistantes, bien vues par Jurine et Straus. Ce dernier a bien constaté aussi que les soies sus-anales sont formées de deux pièces, dont la dernière seule est plumeuse à poils très-courts (voy. pl. XVI, fig. 1 et 2, *f*; et pl. XVIII, fig. 2, *f*). Un muscle part du voisinage de leur insertion (pl. XIX, fig. 1, *i*) et va s'insérer vers le sommet du premier des articles portant un poil plumeux (*o*). Un autre, partant du premier article, va au sommet du dernier (*u*,*p*). Chacun de ces muscles est formé d'un seul faisceau strié (*m*, *o*).

Notons ici que les deux tubercules coniques ciliés et le mamelon digitiforme non cilié, courbé en avant et limitant l'arrière de la chambre à œufs du *D. pulex* (pl. XVIII, fig. 2, *p*,*v*), ne sont encore que de courts mamelons à peine visibles sur les jeunes et sur les mâles; aussi la cavité précédente (*o*) manque chez eux, et le dos y est appliqué contre le test. Sur le *D. macrocopus*, ils sont réduits à deux courts mamelons à peine apercevables (pl. XVI, fig. 2, *p*,*v*), non ciliés; aussi n'y a-t-il pas chez eux de chambre à œufs autre que celle que se forme l'*ephippium* en faisant bomber la carapace.

Palpes (*antennules* de quelques auteurs). — Les palpes, ou antennes, du *D. pulex* femelle, signalés ou figurés par la plupart des auteurs, ont été bien décrits par Straus et les naturalistes qui l'ont suivi. Pourtant quelques-uns, tels que Klüzinger (1), les ont

(1) Klüzinger, *Zur Anatomie der Daphnien* (*Zeitschrift fuer wissensch. Zoologie*, Leipzig, 1864, in-8, t. XIV, p. 165).

pris pour l'ouverture buccale, qui est située bien plus bas et plus profondément. Sur la femelle de cette espèce les palpes sont réduits à deux petits mamelons non articulés, immobiles (pl. XVIII, fig. 2, *t*), placés au-dessous de la pointe du rostre (*g*), qui les cache en partie. Ils sont terminés par un faisceau de dix à douze poils rigides, hyalins, courts, accolés parallèlement les uns aux autres, longs de 0^{mm},05 à 0^{mm},06 (pl. XIX, fig. 4, *t*). Dans cette figure, *g* est la pointe du rostre en position renversée). De la base de chacun d'eux part un cylindre-axe nerveux, hyalin, formant ainsi un fascicule pâle (*c*) qui, après un trajet de 0^{mm},06 à 0^{mm},08, joint les cellules d'un ganglion ovoïde (*d*), un peu plus long que ce faisceau pâle. De l'arrière de ce ganglion part un mince filet nerveux, coudé (*e*), qui se rend à l'extrémité antérieure, effilée, du ganglion cérébral (*f*).

C'est au-dessous du rostre, assez profondément entre lui et le tronc, que se trouve la bouche et qu'on distingue les mandibules. Celles-ci ont été bien vues et bien représentées par Jurine sous leurs divers aspects. Il n'a pas figuré les quinze à dix-huit petites dents un peu courbées, jaunâtre foncé, qu'elles portent à leur extrémité triturante. Straus en a au contraire singulièrement exagéré le volume et en a assez mal représenté la disposition, aussi bien que celle des mâchoires qui les portent.

Depuis O. F. Müller, les palpes ou tentacules des mâles ont été vus par tous les observateurs, mais assez imparfaitement décrits, même par Straus et par Jurine. Les figures et les descriptions de Leydig sont plus complètes. Ils sont mobiles, insérés au-dessous et un peu sur les côtés de la pointe du rostre. Une petite bordure en saillie de la carapace de cette pointe entoure leur insertion (pl. XVII, fig. 1, *o*). Avec le stylet qui les termine, ces palpes ont deux fois environ la longueur de la tête, qu'ils dépassent ainsi en avant quand ils sont étendus (fig. 1 et 3, *t*,*t*). Ils sont cylindriques, légèrement infléchis en S, un peu plus épais à leur extrémité libre qu'à l'autre. Il est des mâles sur lesquels ce palpe est plus épais et plus court que sur d'autres, d'un quart environ. Mais leur structure reste la même. Cet organe porte, comme la tige et les articles des bras ou rames, sept rangées obliques transversalement de

poils très-courts. Vers son tiers antérieur se voit un piquant rigide (fig. 1, *i*) inséré sur un très-petit tubercule. Son extrémité libre est mousse, un peu obliquement coupée; elle porte (*t*) le petit faisceau de poils rigides décrits plus haut sur le tentacule de la femelle. Au-dessus de ce faisceau, un court prolongement conique du tentacule porte un stylet transparent, falciforme, un peu moins long que le tentacule lui-même et formé de deux pièces articulées bout à bout (*h*).

C'est cette dernière partie des palpes qui sert surtout au mâle à retenir la femelle durant l'accouplement, que Jurine a bien décrit et figuré.

Les palpes ou tentacules du *Daphnia macrocopus* femelle sont longs d'un tiers de millimètre au moins, saillants, mobiles, insérés entre l'œil et le bout du rostre, plus loin de celui-ci que de l'autre. Ils sont fusiformes, tronqués aux deux extrémités. Ils sont garnis sur toute leur longueur de poils courts (pl. XVI, fig. 1 et 2, *t*; et fig. 4, *a*) disposés en rangées circulaires, un peu obliques, à une petite distance les unes des autres (fig. 4, *a*, *t*). Vers leur tiers postérieur, ils portent un poil rigide assez long et un autre plus court et fin près de la base de celui-ci (pl. XIX, fig. 2, *i*). Leur extrémité libre porte un faisceau de cirres rigides, tels que ceux des tentacules du *D. pulex* femelle (fig. 2, *t*). De leur base partent aussi des cylindres-axes (*c*) qui, avant de se continuer avec les cellules d'un ganglion ovoïde (*d*), entrent en connexion, après un court trajet, avec autant de cellules à gros noyau ovoïde (*h*), d'où repartent les cylindres-axes qui vont aux cellules à noyau sphérique du ganglion (*d*) correspondant à celui qui existe sur les *D. pulex* femelles. De ce ganglion qui siége vers le tiers antérieur de l'organe, part un long filet nerveux, grêle, qui se rend à la partie antérieure du ganglion cérébral (*e*). Un muscle (*m*, *i*) formé d'un seul faisceau primitif le fait mouvoir.

L'extrémité postérieure de ces tentacules est mousse, articulée avec le rostre (pl. XVII, fig. 2, *o*).

Les tentacules du *D. macrocopus* mâle sont au moins deux fois plus longs que ceux de la femelle (pl. XVII, fig. 2, *t*). Ils ont deux fois la longueur de la tête de l'animal qui les porte. Ils pré-

sentent trois légères courbures se succédant de leur base vers leur sommet. Ils sont cylindriques, un peu renflés vers leur milieu, un peu effilés en avant. Leur base tronquée est articulée comme celle des palpes de la femelle. Ils portent deux poils assez gros, courts et pointus vers leur milieu (*u*). Leur partie terminale est légèrement cannelée, un peu renflée (pl. XVI, fig. 5, *a*) et tronquée au bout, qui est marqué de ponctuations foncées. Le pourtour de ce bout porte cinq crochets chitineux assez gros à la base, recourbés en dehors (*t*), qui servent au mâle à retenir la femelle durant l'accouplement.

Ovaires. — Les ovaires sont au nombre de deux, ainsi que l'ont vu Jurine et Straus. Leur forme et leur situation ont bien été décrites par ce dernier. Jurine a bien fait connaître le mécanisme de leur ponte. Chacun est en forme de sac allongé ; ils sont placés de chaque côté de l'intestin, sur les côtés de l'abdomen. Ils sont remplis par des cellules, déjà décrites par Leydig, claires, à gros noyau hyalin, qui deviennent finement grenues, puis à grosses granulations opaques et avec une grande goutte huileuse presque centrale. Elles deviennent de plus en plus polyédriques par pression réciproque, et elles prennent la forme ovoïde des œufs dès que la ponte les amène hors de l'ovaire.

Testicules et spermatozoïdes. — Les testicules sont situés et conformés absolument comme les ovaires, mais seulement un peu moins volumineux ; comme les ovaires aussi, ils ne diffèrent pas d'une espèce à l'autre. Sur l'animal vivant, leur contenu est finement granuleux, d'un aspect spécial, mobile dans le tube du sac testiculaire dont on observe aisément les contractions.

On peut, par la pression de ces animaux entre deux lames de verre, faire sortir leurs spermatozoïdes, soit en amas, soit isolément. Sur le *D. pulex*, ils se présentent sous la forme de petits corpuscules incolores, réfractant assez fortement la lumière, longs de 0^{mm},010 (pl. XVI, fig. 6, *a*, *b*), et épais de 0^{mm},003 au plus. Ils sont fusiformes, avec une extrémité un peu moins amincie que l'autre. Ils sont rectilignes ou un peu courbés en quart de cercle (*a*). Ils se liquéfient après une demi-heure environ de séjour dans l'eau.

Aucun réactif, non plus que l'examen direct, ne montre un noyau dans ces éléments anatomiques que Leydig a figurés pour plusieurs espèces. Il en est de même pour ceux dont il va être question.

Les spermatozoïdes du *D. macrocopus*, qui n'ont pas encore été décrits, sont très-différents des précédents. Ils se présentent sous forme de petits cylindres tronqués à leurs deux bouts, rectilignes ou infléchis, soit en quart de cercle, soit en S, longs de 0^{mm},050, épais de 0^{mm},009. Ils sont incolores, très-pâles, très-finement grenus (pl. XVII, fig. 5, *a*, *b*). Ils se gonflent, pâlissent, puis se liquéfient au contact un peu prolongé de l'eau. La différence de leur volume et de leur conformation fait que leur accumulation dans le testicule donne à cet organe un aspect granuleux particulier, autre sur les *D. macrocopus* que sur les *D. pulex* vus par transparence.

Pendant l'hiver, par un froid de 15° à 17° au-dessous de 0°, durant depuis plusieurs jours, des mâles de *D. pulex*, ayant été retirés d'un puits dont l'eau n'était pas gelée, le testicule contenait des gouttes huileuses d'un jaune orangé leur donnant l'aspect général que l'ovaire offre habituellement. Mais en déchirant cet organe, on en faisait sortir les spermatozoïdes décrits plus haut.

Il n'est aucune saison pendant laquelle on puisse voir dans les testicules des Daphnies des corps qui semblent avoir été décrits comme étant les spermatozoïdes de ces animaux, sous l'aspect de fines aiguilles ou bâtonnets capillaires, effilés et aigus aux deux bouts, épais de 0^{mm},002, longs de près d'un millimètre. On trouve bien sous la carapace des faisceaux de ces aiguilles fines et assez rigides (pl. XVII, fig. 2, *r*); mais leur situation, leur absence dans le testicule, leur présence sur les femelles comme sur les mâles, montrent bien que ce ne sont pas là les spermatozoïdes.

Ephippium. — Depuis O. Müller, tous les observateurs ont décrit les organes appelés *selles* (*ephippium*), que les Daphnies produisent sous chaque valve de leur carapace quinze jours environ après leur naissance (Jurine) ; en se formant, ils enveloppent des œufs pondus qui, ainsi protégés, tombent au fond de l'eau, lors de la mue qui a lieu à peu près deux jours après la formation de l'*ephippium* (Jurine).

Ils séjournent ainsi dans l'eau pendant l'hiver et éclosent seulement au printemps, au lieu d'éclore au bout de neuf à dix jours après la ponte, comme ceux qui ne sont pas protégés de la sorte. On peut du reste les faire éclore en tout temps en plaçant l'*ephippium* dans un endroit chaud (Straus). Quand la *selle* se forme, elle donne une couleur blanchâtre, puis d'un gris noirâtre plus ou moins opaque, aux deux tiers environ de la partie postérieure de la carapace, à la face interne de laquelle elle est appliquée et dont elle détermine la distension dans l'endroit qu'elle occupe.

Chaque *ephippium* se partage en deux valves, comme les deux moitiés du test; elles sont réunies par suture le long de la partie dorsale de celui-ci.

Chaque valve de l'*ephippium* est aplatie, longue de 4 à 6 dixièmes de millimètre, d'une largeur un peu moindre, aplatie, quadrilatère, à angles arrondis ou ovalaires. Elles sont plus ovalaires sur le *D. macrocopus* que sur le *D. pulex*. Le bord par lequel elles se réunissent est presque droit (pl. XVIII, fig. 3, *a*, *b*) et un peu plus épais que le reste de la circonférence. Chaque valve se compose d'une partie périphérique très-mince, large de $0^{mm},05$ à $0^{mm},06$, transparente, plus ou moins marquée de stries concentriques, indiquant des plis fins de la substance chitineuse qui les forme. Elle se replie souvent un peu sur elle-même.

La portion centrale, grisâtre ou noirâtre, est remarquable par sa structure réticulée. Sa substance est divisée en mailles pentagonales ou hexagonales, séparées par des lignes assez foncées et larges de $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$. Au centre de chaque maille existe un petit amas stelliforme noirâtre, formé de granules rapprochés les uns des autres (*c*, *d*).

Chaque moitié de l'*ephippium* enveloppe un seul œuf, et très-rarement deux, sur le *D. macrocopus;* il en enveloppe deux et, par exception, un seul dans le *D. pulex*. Déjà Straus avait noté l'existence d'un seul œuf dans l'*ephippium* de la première de ces espèces, et de deux dans celui de l'autre. La présence d'un œuf ou de deux œufs détermine la présence d'une ou deux bosselures sur chacune des faces de la moitié correspondante de la selle (pl. XVI, fig. 3). Ces bosselures sont plus prononcées sur l'animal vivant, sur la face libre tournée vers le corps de l'animal, que sur

celle qui adhère à la carapace. Chaque moitié ou plaque de l'*ephippium* se moule en quelque sorte sur la concavité de la moitié correspondante du test; mais elle se redresse quand elle est devenue libre et a séjourné dans l'eau.

Quand il y a deux œufs dans chaque moitié de la selle, ils y sont placés un peu obliquement dans le sens de leur longueur (pl. XVIII, fig. 3, *d*,*c*); ceux de droite et ceux de gauche empiètent plus ou moins au-dessus de l'abdomen, mais ils ne sont pas couchés transversalement au-dessus de celui-ci, comme le figure Jurine.

EXPLICATION DES PLANCHES XVI, XVII, XVIII ET XIX.

PLANCHE XVI.

Fig. 1. *Daphnia macrocopus*, vu de face, avec l'ouverture anale sur l'extrémité postérieure du corps, rétracté (*g*). Femelle.

f. Soies de l'arrière du corps.
m. Poils de la tige ou base des bras ou rames.
t. Tentacules.
e. Rangées circulaires des poils courts de la base des bras.
d. La courte division des bras.
c. La longue division des bras terminée comme l'autre par trois poils plumeux, en présentant un à chacun des deux autres articles, tandis que sur l'autre branche le deuxième article en présente seul.

Fig. 2. Le même, vu de côté. Même grossissement.

c,*d*,*e*,*f*,*t*. Comme ci-dessus.
j. Onglet terminant l'arrière du corps.
k. Rangée des pointes bordant la carapace.
a. Extrémité buccale du rostre.
r. La place du cœur.
n. Poil inséré entre les deux branches terminales des rames ou bras.

Fig. 3. *Ephippium* libre vu par sa branche ou bord.

b. Son bord intérieur.
o. Son bord postérieur.

Fig. 4. Extrémité du tentacule du *D. macrocopus* femelle. Grossi environ 500 fois.

a. Rangées des courts piquants dont il est couvert.
t. Faisceau des cirres rigides qui le terminent.

FIG. 5. Extrémité du tentacule du mâle de la même espèce.
 a. Cannelures que présente cette extrémité.
 t. Crochets qui la terminent.
FIG. 6. Spermatozoïdes du *D. pulex*.
 a. Spermatozoïdes rectilignes.
 b. Autres un peu infléchis.

PLANCHE XVII.

FIG. 1. *Daphnia pulex* mâle, vu de côté.
 a,b. Onglet terminal très-long du dernier article de la première paire de pattes.
 o. Insertion du tentacule très-long sur le bout du rostre.
 i. Poil placé sur le corps du tentacule.
 h. Stylet articulé qui le prolonge.
 t. Groupe des cirres de son extrémité libre.
 q. Pointe de la carapace prolongeant sa carène dorsale.
FIG. 2. *Daphnia macrocopus* mâle, vu de dos.
 f. Soies de l'arrière du corps qui fait saillie dans l'échancrure dorsale de la carapace.
 u. Les deux poils placés vers le milieu de la longueur des tentacules.
 t. Crochets terminant le tentacule (voy. pl. XVI, fig. 5). Les branchies ne sont représentées sur aucune de ces figures.
 r. Fines aiguilles hyalines, grossies 200 fois, qui se voient sous la carapace de quelques individus.
FIG. 3. *Daphnia pulex* mâle, vu de dos.
 q et *t*. Comme à la figure 1.
FIG. 4. Article terminal d'une des branches des rames du *D. macrocopus*.
 f,g. Soies garnissant les bords interne (*g*) et externe (*f*) de cet article indépendamment des sept rangées que portent les faces et de celle qui borde son extrémité supérieure.
 e,d. Tubercules ou piquants mousses au nombre de deux, et inégaux, qui sont sur le côté de son extrémité en dehors de l'insertion de ses trois soies plumeuses terminales.
FIG. 5. Spermatozoïdes du *D. macrocopus*.

PLANCHE XVIII.

FIG. 1. *Daphnia pulex* femelle de la variété à courte queue, vu de dos.
 c,d,e,q. Comme dans les figures précédentes.
 s. Extrémité rostrale de la carène dorsale.
FIG. 2. *D. pulex* femelle de la variété à longue queue, vu de dos.
 c,d,n,t,q,f,j. Comme dans les figures précédentes. En *d*, le poil du deuxième article n'a pas été reproduit sur la gravure.

o. Œuf dans la chambre à œufs.

p. Mamelon dorsal lisse du corps limitant la chambre à œufs.

v. Autre mamelon digitiforme hérissé, courbé en arrière.

x. Court mamelon hérissé placé derrière le précédent.

Fig. 3. *Ephippium* du *D. pulex*. Pour l'explication voyez page 463.

Fig. 4. Premier grand article sans poil de la petite branche du bras du *D. macrocopus*.

a. Petit article rudimentaire qui le relie à la tige *c*.

b. Poils inégaux, dont l'un est formé de deux articles placés près de son insertion sur la tige.

e. Court tubercule du bord interne de cet article.

d. Poil court ou piquant inséré à côté de ce tubercule, à la place occupée par une soie plumeuse sur les autres articles des branches des rames.

f,*g*. Comme à la figure 4 de la planche précédente.

PLANCHE IX.

Fig. 1. Petite branche entière du bras du *D. macrocopus*.

a,*d*. Comme la figure 4 de la planche XVIII.

o. Base de la soie plumeuse, unique, du deuxième article.

p. Base des trois soies plumeuses du dernier article.

e,*f*. Courts piquants placés en dedans de l'insertion de ces trois soies.

s. Groupes de petits poils du bord externe des articles. On n'a pas dessiné ceux qui se trouvent sur les faces de ces articles (voyez la figure 4 de la planche précédente).

Fig. 2. Tentacule de la femelle du *D. macrocopus*.

Pour l'explication des lettres, voyez p. 465. Les poils de la surface de cet organe n'ont pas été figurés.

Fig. 3. Parasites cryptogamiques des soies des bras des Daphnies.

Pour l'explication voyez page 456.

Fig. 4. Rostre ou bec sus-buccal du *D. pulex*, montrant le ganglion nerveux envoyant en avant des cylindres-axes à la base des cirres de ce rostre (*d*). En arrière un filet vient de l'extrémité du cerveau $\frac{450}{1}$.

a. Mamelon représentant le palpe ou antenne du *D. pulex* femelle.

t. Faisceau de poils rigides qui le termine.

c. Terminaisons nerveuses allant à la base de ces poils.

d. Ganglion propre au palpe ou antenne.

e. Filet nerveux venant de l'extrémité antérieure du ganglion cérébral (*b*).

g. Sommet du rostre.

f. Dessous du rostre.

MÉMOIRE

SUR LA TORPILLE

Par M. MAREY
Professeur au Collége de France (1).

Beaucoup de physiologistes ont étudié la fonction électrique dont certains poissons sont doués. Le nombre des espèces pourvues d'appareils électriques, restreint naguère encore à cinq seulement (2), s'est notablement accru depuis que M. Robin a montré que toutes les espèces du genre Raie possédaient, à un état plus ou moins rudimentaire, l'appareil et la fonction électrique (3).

D'autre part, l'analyse de cet acte singulier qu'on appelle *décharge électrique* a été de mieux en mieux étudiée, à mesure que les physiciens ont mieux connu eux-mêmes les différentes propriétés de l'agent électrique.

Au XVIII[e] siècle on écrivait, en parlant de la Torpille, que « ce poisson, lorsqu'on le touche, lance un venin qui paralyse et endort la main du pêcheur ». Muschenbroeck, au siècle dernier, reconnut la nature électrique de la décharge de la Torpille. Walsh, en 1778, vit également que l'engourdissement produit par la Torpille ne diffère en rien de celui que provoque la décharge d'une machine électrique. Il prouva, par un grand nombre d'expériences, que c'est bien de l'électricité qui est produite par ce poisson. Il en soumit la décharge à une série d'épreuves dans lesquelles elle se comporta comme l'électricité des machines. Ainsi, il reconnut qu'on peut impunément toucher l'animal en prenant pour intermédiaires des corps non conducteurs de l'électricité. De plus, il

(1) Extrait des *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1871.

(2) Les cinq espèces anciennement connues étaient la *Raia torpedo*, le *Gymnotus electricus*, le *Silurus electricus*, le *Tetraodon electricus* et le *Trichiurus electricus*.

(3) Voyez, dans ce recueil, tous les détails sur ce sujet. Année 1865, pages 507 et 577.

fit circuler la décharge à travers une chaîne d'individus qui se tenaient par la main, et tous ressentaient cette commotion singulière qu'on produit avec la bouteille de Leyde.

Plus tard Davy obtint, avec le courant de la Torpille, la déviation du galvanomètre, l'aimantation d'aiguilles d'acier placées dans une spirale de laiton traversée par la décharge, et la décomposition de l'eau salée. Becquerel et Breschet vérifièrent les mêmes faits et virent que, dans le fil du galvanomètre, le courant circule du dos au ventre de l'animal.

La démonstration de l'étincelle vint plus tard encore : le P. Linari et Matteucci ont obtenu cette étincelle en rompant de différentes manières un circuit métallique à travers lequel passait le courant de la Torpille. Le procédé le plus ingénieux est celui dans lequel Matteucci se servit d'une lime dans les conditions suivantes.

Une plaque métallique adhérant à un fil de laiton est placée sous le ventre de la Torpille; sur son dos on pose une lime sur laquelle on frotte l'extrémité du fil métallique. On irrite l'animal pendant ce temps, et l'on voit, si l'on est placé dans l'obscurité, une ou deux étincelles jaillir entre la lime et le fil de laiton. La production de l'étincelle arrive si la rupture du circuit se fait au moment précis du passage du courant de la Torpille. On conçoit dès lors le rôle de la lime, qui, produisant sous la friction du laiton une série de clôtures et de ruptures du circuit à de très-courts intervalles, doit nécessairement produire une de ces ruptures coïncidant avec la décharge, pour peu que celle-ci ait de durée. Notons en passant que ce fait, que deux étincelles aient pu se produire pendant la décharge de la Torpille, montre bien clairement que cette décharge a une durée appréciable, mesurée, au moins, par le temps qui s'est écoulé pendant le passage du laiton sur deux dents successives de la lime. Moreau réussit à recueillir cette électricité sur un condensateur, ce qui lui permit de mesurer les variations d'intensité de cette décharge, d'après les indications d'un électroscope à feuilles d'or.

On voit par quels degrés successifs a passé la connaissance du phénomène électrique produit par la Torpille. Sur ce point les

progrès de la physique se sont transportés un à un dans le domaine de la physiologie. La découverte des machines électriques de tension a permis à Walsh de démontrer la nature électrique de la décharge. La découverte de la pile de Volta, de ses actions électrolytiques, de son influence sur le galvanomètre, de l'étincelle qui accompagne la rupture de son circuit, provoquèrent des recherches nouvelles qui montrèrent que les mêmes phénomènes se produisent ainsi dans la décharge des poissons électriques.

Au point de vue physiologique, la question se pose aujourd'hui dans des termes très-simples. A-t-on toutes les notions possibles actuellement sur l'électricité des poissons? A-t-on soumis la décharge de ces animaux à toutes les expériences qui permettent de caractériser et de classer entre elles les différentes manifestations de l'électricité de nos machines? Assurément non. La décharge de la Torpille, telle que nous la montrent les travaux que je viens de citer rapidement, nous apparaît comme un phénomène hybride, participant à la fois de la décharge des machines de tension et des courants de la pile. De nouvelles recherches seront donc nécessaires pour déterminer, à ce point de vue, les caractères de l'électricité des poissons, et pour assigner leur place dans la série des différentes manifestations connues de l'agent électrique.

Considérée au point de vue physiologique, c'est-à-dire comme fonction animale, la décharge de la Torpille n'est pas moins curieuse à étudier. Ce phénomène, que l'animal produit à sa volonté ou à titre d'action réflexe, qui éclate par l'excitation artificielle des nerfs, qui s'épuise par l'action même, comme le mouvement dans un muscle fatigué, qui prend naissance dans un appareil spécial de structure bizarre, mais toujours à peu près constante chez les différentes espèces de poissons électriques; cet acte, dis-je, à quoi se rattache-t-il au point de vue de l'ensemble des fonctions animales? A-t-il quelque analogie avec une autre fonction connue et bien étudiée? En ce cas, soumettons-le à des études nouvelles, en vue de contrôler les vues philosophiques qui nous porteraient à assimiler la fonction électrique à quelque autre fonction.

Ici le plan d'étude est le même que tout à l'heure. C'est en soumettant le phénomène qui nous occupe à une série d'épreuves physiologiques qu'on arrivera à reconnaître ses analogies avec d'autres phénomènes dont l'organisme vivant est le théâtre, et à déterminer sa place dans l'harmonieux ensemble des fonctions de la vie. Un rapide coup d'œil montrera l'état de la question au point de vue anatomique et physiologique.

Structure de l'appareil électrique des poissons. — Chez tous les poissons électriques l'appareil qui fournit la décharge présente à peu près la même structure, mais diffère par sa forme extérieure. Ainsi, chez la *Torpille*, les deux appareils, situés de chaque côté de la tête, sont, au point de vue de leur contour, de figure réniforme, le hile étant tourné en dedans, du côté des branchies. Quant à l'épaisseur de ces organes, assez considérable à la partie interne, elle va en diminuant d'une façon graduelle, de sorte que l'appareil électrique est très-mince à son contour extérieur, près duquel s'implantent les nageoires pectorales du poisson. L'appareil du *Gymnote* s'étend le long du corps de l'animal, il occupe les trois quarts de sa longueur, et forme de longs faisceaux symétriquement placés sur les parties latérales du corps. Chez le *Silure*, l'organe électrique enveloppe à peu près tout le corps, formant un revêtement sous-cutané.

Sauf ces différences de disposition générale, l'appareil électrique présente, d'une espèce à l'autre, de grandes analogies. D'après De La Rive, il est formé de vésicules contenant un liquide légèrement albumineux ($\frac{1}{10}$ d'albumine et $\frac{9}{10}$ d'eau). Ces vésicules, aplaties comme des disques, n'ont que $0^{mm},016$ d'épaisseur, et sont empilées les unes au-dessus des autres pour former une colonne prismatique hexagonale de 4 centimètres de haut dans les points les plus épais de l'appareil électrique de la Torpille. Ces prismes sont hexagonaux, comme cela arrive à tous les faisceaux de tissus organiques qui sont disposés parallèlement entre eux, et qui sont comprimés les uns contre les autres.

On ne peut s'empêcher de reconnaître une certaine analogie entre la structure de ces appareils à disques empilés et celle de la fibre musculaire striée, qui, dans des dimensions beaucoup

plus petites, présente, elle aussi, l'apparence de disques empilés.

Le *Gymnote* possède un appareil analogue à celui de la Torpille, avec cette différence, que les dimensions du disque élémentaire, comme celles de l'appareil tout entier, sont beaucoup plus considérables. Ainsi chaque disque a pour épaisseur environ $0^{mm},15$; l'organe tout entier, sur un individu de taille moyenne, aurait environ 85 centimètres de longueur et se composerait de quatre mille disques superposés. Le *Silure*, dans son appareil électrique, n'offre plus le même empilement de disques, mais un réseau de cellules octaédriques juxtaposées.

Ch. Robin trouva dans la queue des Raies un appareil qui reçut le nom de *pseudo-électrique*, et dont la structure présente une apparence lamellaire qui parfois rappelle l'aspect de la fibre musculaire striée. Plus tard, le même auteur reconnut que cet appareil jouit réellement de la fonction électrique, mais à un faible degré.

Ne serait-il pas possible, dans une synthèse générale, d'établir les caractères communs à tous ces appareils dont la fonction présente tant d'analogies ? C'est ce qui a été essayé par M. Schultze. Pour cet auteur, la substance homogène qui forme chacune des lamelles d'un organe électrique serait la continuation du *cylindre-axe* des nerfs énormes qui animent cet appareil.

Le côté de ces lames qui est en rapport avec le nerf est différemment tourné, suivant le sens dans lequel se fait le courant électrique chez l'animal observé, mais toujours ce côté correspond à la partie qui représenterait le pôle négatif dans cette pile vivante.

De ces observations, M. Schultze conclut que, si l'appareil *pseudo-électrique* des Raies donnait naissance à un courant, ce dernier serait dirigé, chez cet animal, de la tête à la queue.

Or, six ans plus tard, Ch. Robin annonça qu'il avait obtenu sur les différents genres de Raies la décharge de l'appareil. Cette décharge a précisément lieu dans le sens prévu par M. Schultze, c'est-à-dire de la tête à la queue du poisson. Mais le phénomène électrique chez la Raie est d'une extrême faiblesse ; un galvanomètre très-sensible ne le décelait qu'à la condition qu'on choisît,

pour l'application des rhéophores, les points où l'appareil électrique n'est séparé de la peau par aucune couche musculaire.

La composition chimique de l'appareil électrique des poissons, comparée à celle du muscle, présente une frappante analogie avec celle-ci. Parmi les substances bien caractérisées, on y a trouvé l'*urée*, la *créatinine*, une grande quantité de *syntonine* (fibrine des muscles), enfin différents sels et matières organiques mal déterminés, qui, peut-être, sont identiques dans ces deux sortes d'organes.

Il était assez naturel d'assimiler à des éléments de pile les différentes cellules ou lamelles des appareils électriques des poissons et de chercher, en vertu de cette idée, quel était le pouvoir électromoteur de chacun de ces petits éléments, quels sont les effets de tension qui résultent de l'association de ces couples. Or voici ce que l'expérience a démontré à Matteucci.

Une particule de l'appareil électrique d'une Torpille, mise en rapport avec les coussinets d'un galvanomètre, donne naissance à un courant électrique dont le sens est le même que dans l'appareil dont elle fait partie. Plus on augmente la longueur du prisme ainsi détaché, plus, par conséquent, sont nombreux les éléments de cette sorte de pile animale, plus aussi est grande la déviation du galvanomètre au moment de la décharge. On provoque cette décharge en excitant le filet nerveux qui correspond au petit fragment d'appareil électrique placé sur les coussinets du galvanomètre. Jusqu'ici l'analogie de l'appareil électrique avec la pile est parfaite, au point de vue des effets de tension qui croissent avec le nombre des éléments dont on fait usage. Cette analogie se vérifie sur tous les poissons électriques, lorsqu'on cherche à comparer l'intensité des courants obtenus en différents points de l'appareil. Sur la Torpille, on trouve que les décharges sont à leur maximum quand on touche les deux faces de l'appareil électrique à sa partie interne, c'est-à-dire au point où il a le plus d'épaisseur et contient, par conséquent, le plus grand nombre de disques superposés. Sur le Gymnote, dont les prismes électriques ont une si grande longueur, à cause du volume plus grand des éléments et de leur plus grand nombre, la décharge est plus forte encore;

elle est proportionnée à l'étendue de l'espace compris entre les deux points qui reçoivent cette décharge. Chez le Silure, il en est de même ; on reçoit une impression d'autant plus vive qu'on touche des points de l'animal plus éloignés l'un de l'autre.

Enfin, sur une même face de l'espace électrique de la Torpille, on peut encore recevoir une décharge en touchant des points dissymétriques, c'est-à-dire des points où le nombre des éléments de pile n'est pas le même, à cause des différences de longueur des prismes qui le constituent. Ainsi, bien que la polarité soit la même sur une même face de l'appareil, le seul fait de l'inégalité de la tension électrique sur les différents points de cette face suffit pour créer la possibilité d'un courant et pour en déterminer la direction.

En somme, la direction du courant électrique des divers poissons est la suivante, chez les trois types qui ont été étudiés.

Dans le fil du galvanomètre que ce courant traverse, sa direction, chez la Torpille, est du dos au ventre de l'animal ; chez le Gymnote, de la tête à la queue ; chez le Silure, de la queue à la tête. Il va sans dire que, dans le corps de l'animal, le courant doit suivre une direction inverse, ainsi que cela se voit dans les piles dont le courant intérieur va du zinc au cuivre, tandis que dans le circuit extérieur il va du cuivre au zinc.

Certains auteurs, toutefois, ont admis que le courant de la Torpille ou du Gymnote ne saurait traverser le corps de ces animaux, mais qu'il n'existe qu'au dehors, dans le liquide ambiant ou dans les corps conducteurs qui sont en contact avec l'animal.

On disait que si la Torpille, par exemple, recevait sa propre décharge, elle serait pourvue d'un moyen d'attaque ou de défense dont elle souffrirait la première ; bien plus à plaindre encore serait le Gymnote dont la décharge peut tuer ou tout au moins paralyser pour quelque temps les animaux de la plus forte taille. Le Gymnote, toutefois, avant de frapper sa proie, s'enroule autour d'elle, de façon que sa décharge chemine suivant la corde de l'arc décrit par la courbure du poisson.

L'expérience devait intervenir pour juger cette question délicate. *A priori*, il est difficile de comprendre que deux électricités

contraires, libres en deux points du corps de l'animal, ne se recomposent pas à travers les tissus de cet animal, si ces tissus sont conducteurs. Or les tissus des poissons électriques sont parfaitement conducteurs de l'électricité, aucune couche isolante ne vient entraver le passage du courant dans le corps du poisson. Ainsi, chaque fois que la Torpille, par exemple, ne se trouvera pas dans un milieu très-bon conducteur de l'électricité, c'est à travers son corps que devra se faire la décharge.

Faraday a remarqué que le Gymnote, quand on l'excite avec des corps bons conducteurs de l'électricité, donne des décharges fréquentes et fortes, mais qu'il semble ménager sa propre sensibilité et renonce bien vite à donner des décharges si on l'excite avec des corps non conducteurs, de façon à le faire traverser par son électricité propre. Toutefois, il ne semble pas que les poissons électriques soient doués d'une bien vive sensibilité au point de vue des courants qui les traversent. Une tolérance spéciale de leurs nerfs expliquerait comment ils ne se donnent pas à eux-mêmes de trop douloureuses commotions. Un Silure fut placé par du Bois-Reymond dans un aquarium que des courants très-intenses traversaient tout entier. La main plongée dans l'eau était douloureusement impressionnée par ces courants. Quant au Silure, il nageait dans cette eau sans paraître aucunement souffrir, seulement il prenait avec persistance la même orientation pendant toute la durée du passage du courant. Cette orientation était celle qui faisait traverser le poisson dans sa moindre longueur. L'axe du corps était perpendiculaire à la direction du courant dans l'eau de l'aquarium.

Rien ne répugne donc à admettre qu'une sensibilité moindre aux effets de l'électricité existe chez les poissons électriques. Il semble même démontré par l'expérience de du Bois-Reymond que cette insensibilité spéciale est bien réelle, mais il eût été choquant pour la raison d'admettre une faculté particulière par laquelle le poisson eût résisté aux lois physiques de la conductibilité électrique.

Caractères physiologiques de la décharge des poissons électriques. — Les différents auteurs qui ont étudié la fonction de

l'appareil électrique ont recouru à des appareils plus ou moins délicats ; les uns ont employé, avons-nous dit, le galvanomètre ; les autres ont recouru au galvanoscope physiologique, c'est-à-dire à la cuisse de grenouille avec son nerf préparé suivant la méthode de Galvani ; d'autres ont mis à profit la propriété électrolytique de la décharge, etc. C'est en multipliant les moyens d'analyse qu'on a perfectionné la connaissance de cette intéressante fonction. C'est aussi en suivant cette méthode qu'on peut espérer ajouter quelques notions nouvelles à celles que nous ont léguées nos devanciers.

Formation de l'électricité dans la Torpille. — Lorsque du Bois-Reymond eut montré que le tissu nerveux possède une force électro-motrice assez grande et qu'il existe dans les nerfs vivants un courant de direction constante, on pensa que les nerfs volumineux qui se rendent à l'appareil électrique des poissons y portaient l'électricité comme les vaisseaux portent le sang aux organes. Matteucci a montré qu'un lobe volumineux du cerveau de la Torpille est le point d'émergence des nerfs de son appareil électrique ; il a vu qu'on pouvait enlever le reste du cerveau sans empêcher l'animal de fournir des décharges volontaires ou réflexes, mais qu'il n'en est plus ainsi quand on détruit ce lobe, qu'il a appelé pour cette raison lobe électrique de la Torpille.

Sur un animal mourant qui ne donnait plus de décharges spontanées, il suffisait, dit Matteucci, de toucher le lobe électrique pour obtenir des décharges plus violentes que celles que l'animal donnait volontairement pendant son état d'activité parfaite.

Toutefois, on a exagéré la pensée de Matteucci quand on lui a attribué cette idée : que l'électricité se forme dans le cerveau de la Torpille et chemine par ses nerfs. C'est comme si l'on disait que la force motrice se crée dans le cerveau et se rend aux muscles par les nerfs de mouvement. L'électricité de la Torpille s'engendre dans l'appareil spécial de ce poisson comme le travail mécanique s'engendre dans un muscle. Quand nous voyons se produire les phénomènes d'électricité ou de mouvement, les nerfs moteurs ou électriques ne sont chargés que de transmettre l'ordre

émané du cerveau ; mais l'électricité qui circule dans ces nerfs n'est pas celle qui se manifeste si énergiquement dans la décharge de l'appareil. C'est, dit Matteucci lui-même, comme si l'on confondait l'effet de la poudre à canon avec celui de l'amorce qui n'a servi qu'à provoquer l'explosion de la poudre.

En somme, l'action des nerfs électriques semble tout à fait assimilable à celle des nerfs à action centrifuge, c'est-à-dire de ceux qui président au mouvement. Non-seulement ces nerfs transmettent à l'appareil de la Torpille les ordres de la volonté ou les excitations réflexes, mais, séparés du centre nerveux et directement excités, ils provoquent des décharges électriques, comme des nerfs moteurs provoqueraient des convulsions dans les muscles qu'ils animent.

C'est Nobili qui a montré que les nerfs électriques soumis à l'action des courants de piles provoquent des décharges électriques dans les conditions où les nerfs moteurs provoquent des mouvements. On connaît les distinctions établies par Nobili sur les différentes phases de l'excitabilité d'un nerf moteur qui s'épuise. Le nerf électrique présente les mêmes phases et réagit de la même manière à l'ouverture et à la clôture des courants, selon que la direction de ceux-ci est ascendante ou descendante.

Mais, a-t-on dit, le curare qui tue les nerfs moteurs respecte parfois les nerfs électriques de la Torpille, de sorte que l'on peut constater à la fois, sur une Torpille curarisée, que la décharge existe avec la plus parfaite immobilité de l'animal et, d'autre part, que le nerf électrique ne se comporte pas absolument comme un nerf de mouvement sous l'influence de ce poison.

Ces expériences, qui semblaient démentir l'analogie que tant de faits établissent, furent reprises avec plus de soin. A. Moreau vit que le curare ne respecte point les nerfs électriques, seulement il les atteint un peu plus tard que la plupart des nerfs moteurs. Ajoutons que, parmi les nerfs de mouvement, il en est qui sont encore plus réfractaires au curare que les nerfs électriques : certains filets du plexus cardiaque résistent encore plus longtemps que les nerfs électriques aux effets de l'empoisonnement.

Un autre poison employé sur la Torpille a donné des résultats

extrêmement intéressants. La strychnine produit dans l'appareil électrique des séries de décharges qu'on peut assimiler entièrement à la série de secousses musculaires que produit le même poison ; elle provoque sur la Torpille un véritable tétanos électrique, suivant l'heureuse expression de A. Moreau.

Enfin, les recherches instituées sur la terminaison des plus fines ramifications des nerfs électriques ne démentent pas l'assimilation que nous venons d'indiquer. Ces filets qui pénètrent dans l'appareil et vont animer la série des vésicules successives qui composent chaque prisme, ces filets, dis-je, sont le siége de courants à direction centrifuge ; jamais l'irritation d'un de ces rameaux nerveux n'a provoqué la décharge ailleurs que dans les parties de l'appareil situées au-dessous du point qui a été irrité.

Toutes les expériences faites sur les nerfs de la Torpille les assimilent donc entièrement aux nerfs moteurs, c'est-à-dire aux nerfs à action centrifuge. Mais il reste encore d'autres épreuves auxquelles ces nerfs moteurs ont été soumis. Ainsi, les expériences de détermination de la vitesse de l'agent nerveux moteur ne pourraient-elles pas être transportées aux nerfs électriques de la Torpille ? Ce *temps perdu*, comme Helmholtz l'a nommé, qui s'écoule entre l'excitation du muscle et la secousse musculaire, aurait-il un analogue dans la décharge électrique, et pourrait-on mesurer l'intervalle qui sépare cette décharge de l'excitation qui la provoque ?

Telles sont les questions que j'ai tenté de résoudre. J'exposerai plus loin mes tentatives sur ce sujet. Pour le moment, notons seulement cette lacune à combler dans l'étude de la fonction électrique de la Torpille, et continuons de passer en revue les travaux qui ont été faits sur ce sujet.

Si nous continuons la comparaison de l'acte musculaire avec l'acte électrique, nous constatons ce fait remarquable : que la chaleur poussée à 45 degrés détruit la fonction électrique. Or, cette même élévation de température détruit aussi la fonction musculaire. Il semble même que ces deux effets tiennent à la même cause : la coagulation de la syntonine, qui entre dans la composition du muscle comme dans celle de l'organe électrique.

Mais, s'il fallait s'en rapporter aux études de Matteucci et de A. Moreau, des différences fondamentales sépareraient le muscle de l'organe électrique au point de vue des phénomènes intimes qui se passent dans ces organes.

Un muscle est le siége d'une sorte de respiration par laquelle il exhale de l'acide carbonique et absorbe de l'oxygène; cet acte chimique s'exagère sous l'influence de l'activité musculaire. C'est à cette action chimique qu'on attribue en général la production du travail musculaire. Rien de pareil, selon Matteucci, ne se produit dans l'appareil électrique. A. Moreau va plus loin; d'après lui, la circulation du sang dans l'organe électrique ne serait même pas nécessaire à la production des décharges. Après avoir injecté au suif les vaisseaux de la Torpille, ce physiologiste vit persister les décharges électriques.

En outre, depuis qu'il est admis que les réactions acides ou alcalines influent beaucoup sur la production du travail musculaire, que les muscles au repos sont alcalins et que par la fatigue ils deviennent acides; que si par des moyens artificiels on acidifie la substance musculaire on abolit, ou diminue tout au moins, la production du travail, il devenait intéressant de transporter à l'appareil de la Torpille toutes les expériences faites sur les muscles, en modifiant leur réaction acide ou alcaline.

A. Moreau prit, sur une Torpille vivante, un certain nombre de prismes qu'il traversa d'outre en outre avec une aiguille. Il fit dans chacun de ces prismes une injection acide, et vit que la fonction électrique n'était pas abolie. Une injection alcaline faite dans les mêmes conditions respecta également la fonction électrique.

Toutefois l'acide azotique éteint la fonction électrique de l'organe, mais tout porte à croire que c'est en coagulant la syntonine, comme l'indique la teinte opaline que prend l'organe électrique au contact de l'acide.

Que faut-il penser de ces expériences et de ces conclusions? Croira-t-on avec Matteucci que l'appareil électrique n'est pas le siége d'actions chimiques desquelles l'électricité prend naissance? Ce serait le seul organe qui eût le privilége de fonctionner sans l'intervention de modifications chimiques de sa substance.

Admettrons-nous avec A. Moreau que la circulation du sang n'est pas nécessaire à la fonction électrique? On sait que l'on pourrait soutenir la même thèse à propos de l'appareil musculaire. Tous les physiologistes ont vu des Grenouilles dont le cœur était incisé, et par conséquent la circulation supprimée, et qui, malgré cela, sautaient et nageaient pendant un temps assez long. Un membre de Grenouille isolé de l'animal, et par conséquent dépourvu de circulation, continue à fonctionner.

Mais si l'on examine de plus près la fonction de ces muscles où la circulation est supprimée, on voit que la secousse musculaire y perd peu à peu son amplitude et prend une durée considérable, jusqu'à ce qu'elle s'éteigne peu à peu. Peut-être la décharge électrique se comporte-t-elle de la même façon si l'on supprime le cours du sang dans l'appareil; mais ici, de même que pour le muscle, il ne suffit pas d'un examen superficiel pour saisir les changements qui se produisent sous l'influence d'un arrêt de la circulation du sang, il faut des appareils délicats pour les constater.

Les mêmes réflexions s'appliquent à la persistance de la décharge après la ponction de plusieurs prismes de l'appareil et l'injection acide ou alcaline faite à leur intérieur. Un pareil procédé ne saurait influer d'une manière assez régulière sur la réaction acide ou alcaline de l'organe électrique, l'injection aurait, ce me semble, plus d'effet si elle était envoyée dans les vaisseaux sanguins de l'appareil.

En somme, les actes chimiques auxquels sont liés les phénomènes musculaires doivent avoir leurs analogues dans l'appareil électrique des poissons. Mais ce qui manque jusqu'ici pour affirmer ou pour infirmer la ressemblance physiologique de ces deux sortes d'appareils, ce sont les moyens précis d'analyse de la décharge électrique. On va voir qu'il est possible de pousser assez loin l'étude des caractères de cette décharge.

Matteucci, à d'autres points de vue encore, se refusait à admettre l'analogie entre la fonction électrique et la fonction musculaire. Voici l'argument qu'il produisait toujours contre ceux qui admettaient une pareille analogie.

Les muscles sont, à l'état normal, le siége de courants électriques. Si l'on place sur les coussinets d'un galvanomètre un muscle de Grenouille coupé transversalement, de façon que la coupe repose sur l'un des coussinets, tandis que l'autre est en rapport avec la surface naturelle du muscle, on constate que, dans le fil du galvanomètre, le courant va de la surface naturelle du muscle à la surface de coupe. Un courant existe aussi sur l'appareil électrique de la Torpille, en dehors de toute décharge, et sa direction, pour un fragment quelconque de l'appareil, est toujours la même. Dans le fil du galvanomètre, le courant chemine de la partie dorsale de l'animal à la partie ventrale. Tout est ressemblance jusqu'ici, mais que l'on fasse fonctionner les deux appareils, que l'on excite des contractions dans le muscle et que l'on provoque des décharges dans l'appareil de la Torpille, le galvanomètre accusera deux résultats bien différents : dans le muscle, le courant aura diminué d'intensité ; il aura augmenté, au contraire, dans l'appareil électrique de la Torpille.

Telle est l'objection de Matteucci à ceux qui font ressortir les analogies si nombreuses qui rapprochent la décharge électrique de l'action musculaire. Il me semble, à certains égards, qu'on peut, dans le fait que Matteucci signale, trouver un argument en faveur de l'analogie de fonction des deux appareils, et, de plus, certaines indications sur la nature intime du phénomène électrique.

Remarquons d'abord que la manifestation électrique des muscles semble tout opposée à l'action musculaire, et que la force électromotrice diminue ou disparaît dans le muscle au moment où le mouvement s'y produit. Il semble que le mouvement se substitue à l'électricité, ou même que celle-ci se transforme en mouvement. Cette transformation n'a rien d'inadmissible, aujourd'hui que nous voyons sans cesse la chaleur se transformer en travail et inversement, aujourd'hui que nous savons que l'électricité elle-même peut devenir du travail ou de la chaleur suivant le cas.

D'après ces données, l'appareil musculaire, provoqué par le système nerveux moteur, transformerait en travail l'électricité qui se dégage pendant son repos. L'appareil de la Torpille, au

contraire sous l'influence nerveuse, exagérerait seulement la production électrique dont il est le siége pendant le repos même. M. le professeur Bert m'a dit qu'il croit avoir remarqué que la Torpille, au moment de sa décharge, subit un abaissement de température. Ce fait serait en contradiction avec des expériences de Matteucci (*Annales de Physique et de Chimie*, 1860). S'il est réel, nous aurions dans la décharge de la Torpille, un exemple de transformation de la chaleur en électricité. Cette expérience est à refaire, car M. Bert ne put, paraît-il, s'assurer de la réalité de ce phénomène.

Il me semble probable que, dans les manifestations de la vie, il existe beaucoup d'exemples de transformation de ce genre. La lumière elle-même, dans certains animaux, le Lampyre par exemple, semble jaillir sous l'influence nerveuse par l'effet d'une transformation analogue à celle que nous venons de citer.

J'ai cherché, dans cet exposé sommaire, à montrer la tendance des physiologistes contemporains ; il semble que la plupart d'entre eux considèrent l'acte musculaire et la décharge électrique comme deux phénomènes de même ordre. Il faut, par des expériences nouvelles, contrôler cette opinion. Nul doute que la comparaison de ces deux actes ne profite à l'étude de chacun d'eux.

La première lacune à combler, c'est de soumettre les nerfs électriques et l'appareil lui-même aux expériences délicates que Helmholtz a introduites dans la physiologie des nerfs et des muscles, et par lesquelles on estime la vitesse du parcours de l'agent nerveux moteur, la durée et les différentes phases de l'acte musculaire. J'ai essayé moi-même, dans le courant de ces dernières années, de simplifier les expériences de ce genre et de les rendre si faciles qu'on puisse exécuter en peu de temps un nombre considérable de ces mesures, afin de suivre les modifications que certains agents physiques ou chimiques amènent dans la fonction des nerfs et dans celle des muscles.

Telles étaient les recherches à réaliser lorsque, dans le mois de juin de cette année, je me trouvai à Naples, où les Torpilles sont assez nombreuses. Le professeur Albini avait gracieusement

mis sont laboratoire et ses instruments à ma disposition. Malheureusement les appareils enregistreurs qui existaient dans le laboratoire de Naples étaient tout à fait insuffisants, à cause de la lenteur de leur marche ; je ne pouvais faire venir de France les appareils nécessaires, il fallait donc renoncer à mes expériences ou construire moi-même des appareils assez précis pour toutes les déterminations que je voulais faire. Je pris ce dernier parti et construisis l'appareil dont on verra plus loin la description, et qui, malgré une exécution assez grossière, présente une précision suffisante pour la détermination que j'avais en vue.

Description des appareils. — La figure 1 représente l'appa-

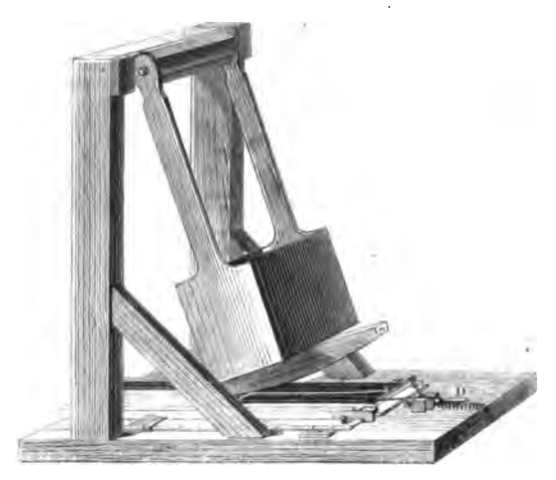


Fig. 1.

reil qui reçoit les signaux. C'est une plaque recouverte de papier noirci à la fumée, glissant horizontalement sur des rails de bois. Pour entraîner cette plaque, je me sers d'un lourd pendule monté sur un bâti de charpente. Ce pendule est formé d'une caisse de bois remplie d'environ 15 kilogrammes de plomb et grenaille. Cette caisse oscille suspendue par deux règles verticales que traverse un axe commun situé en haut de la charpente. Au-dessous de cette caisse est une pièce de bois dont le bord inférieur est courbé suivant un arc qui aurait pour rayon la longueur totale du pendule. Une corde fixée à l'arrière de cette pièce et glissant dans une

rainure est fixée par une longue vis en avant de la planchette. Grâce à cette disposition, la corde entraîne le chariot pendant l'oscillation pendulaire, et exerce sa traction en restant toujours parallèle à elle-même.

L'expérimentateur, placé à droite de l'appareil, tire à lui la plaque enfumée, et par l'intermédiaire de la corde dont j'ai parlé, dévie le pendule de la verticale. On fixe alors la plaque en cette position au moyen d'une anse de fil métallique qui s'accroche à un clou saillant. L'appareil reste dans cette position jusqu'au moment où l'on appuie sur une touche D qui produit le déclanchement de la plaque. Alors le pendule libre de se mouvoir entraîne la plaque dans son oscillation, et, arrivée au bout de sa course, s'accroche et reste fixé à cette position extrême.

Quand la plaque a exécuté un semblable mouvement, elle a reçu le tracé fourni par des appareils dont on verra la description tout à l'heure.

J'ajouterai seulement que le mouvement de cette plaque étant varié, puisqu'il est emprunté à l'oscillation d'un pendule, a besoin d'être contrôlé à chaque instant pour permettre d'évaluer l'intervalle du temps auquel correspond l'écoulement de deux signaux successifs enregistrés sur le papier. Je me servis à cet effet d'une lame vibrante (voyez fig. 3), fortement assujettie à l'un des montants de la charpente et portant à son extrémité libre une masse de plomb munie d'un style qui trace les vibrations sur le papier noirci.

Au moment de son passage, le pendule lui-même donne un choc à la lame vibrante qui trace ses vibrations sur le papier.

Pour obtenir un signal écrit de la décharge de la Torpille, j'ai recours au mouvement que produit un muscle de Grenouille dès qu'on fait agir sur lui l'électricité. Ce signal est recueilli au moyen d'un myographe, dont la figure 2 représente les principaux détails. Contre un des supports de l'appareil est vissée une planchette fourchue qui porte l'axe du levier auquel s'attache le muscle de Grenouille. Ce levier, terminé par une pointe écrivante, se courbe de façon à toucher par cette pointe la plaque enfumée qui recevra le tracé.

Le muscle gastrocnémien de Grenouille, relié par son tendon d'Achille au levier enregistreur, est fixé, d'autre part, par une petite pince adhérente au support de la machine, qui, dans ses mors, étreint le fémur de la grenouille. Enfin, le nerf qui anime ce muscle repose sur une plaque de verre et s'y trouve en contact avec deux fils de métal par lesquels lui arrivera l'excitation électrique. Cette excitation est produite par le courant induit que

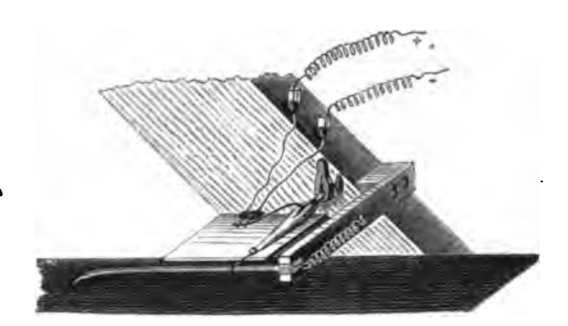


Fig. 2.

provoque, dans une petite bobine, la rupture d'un courant inducteur. C'est le passage même de la plaque enfumée qui, à un moment donné, produit cette rupture. Tout est donc automatique dans le fonctionnement de cet appareil, de façon que l'expérience se fait d'elle-même, aussitôt qu'on appuie sur la touche D (fig. 1) qui produit le déclanchement du pendule.

Détermination du temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf électrique de la Torpille et la décharge de son appareil. — Le plan de l'expérience est celui-ci :

1° On cherchera, par une première expérience, à quel moment du passage de la plaque noircie correspond la rupture du courant de pile qui produit l'excitation.

2° Puis, dirigeant le courant excitateur dans le nerf de la Grenouille, on déterminera le temps qui s'écoule entre l'excitation électrique et le signal musculaire.

3° On enverra le courant excitateur au nerf électrique de la Torpille, et l'on se servira de la décharge de ce poisson pour exciter les muscles de Grenouille. On verra alors de combien le signal

donné par la patte de Grenouille retarde sur celui qu'on avait obtenu dans l'expérience n° 2. La différence correspondra au temps consommé par la Torpille entre le moment où elle est excitée et celui où elle fournit sa décharge. Pour bien comprendre la succession de ces trois phases de l'expérience, il faut en suivre les

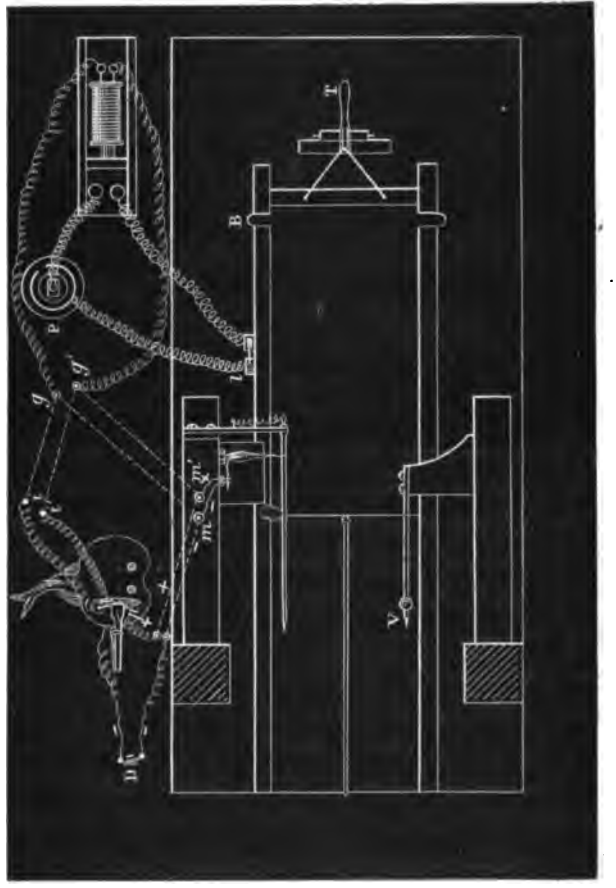


Fig. 3.

détails sur la figure 3, sur laquelle, pour l'intelligence de l'appareil, on suppose le pendule enlevé.

La plaque noircie qui recevra le tracé est représentée au moment où elle est tirée du côté de l'opérateur et fixée à sa détente. Elle entrera en mouvement aussitôt qu'on appuiera sur la touche T.

Une barre B, qui fait saillie sur le côté de la plaque et qui sera entraînée avec elle, frappera en *l* un levier qui rompt le circuit d'une petite pile de Daniell P, et provoque un courant induit dans la bobine, dont les fils plongent dans deux godets à mercure *g*, *g'*. Chacun de ces godets étant mis en rapport avec les fils qui portent l'excitation au nerf de la Grenouille, tout est disposé pour les deux premiers temps de l'expérience.

1er TEMPS. — *Détermination du point auquel se produit l'excitation électrique.* — On établit une communication entre le nerf de Grenouille et le courant induit (fig. 3) en reliant, par des conducteurs mobiles, les godets *g*, *g'* avec ceux qui sont en *m*, *m'*. Puis on déclanche la détente T en retenant à la main l'anse de métal qui retenait la plaque; on conduit celle-ci doucement sur le chemin de fer jusqu'à ce que la barre B vienne, avec une vitesse négligeable, rencontrer le levier *l*. La rupture du circuit de pile a lieu alors, et le courant induit qu'elle engendre excite la patte de Grenouille qui trace son signal. Ce dernier s'enregistre en *e* (fig. 4), sous forme d'un petit arc de cercle tracé par la montée et la descente du levier. La vitesse de la plaque étant presque nulle, la pointe écrivante repasse presque par les mêmes traits.

2e TEMPS. — *Détermination du retard du signal musculaire.* — On replace la plaque dans sa position initiale, accrochée à la détente T, en ayant soin toutefois de faire glisser cette plaque parallèlement à elle-même, de façon que le myographe écrive sur une ligne inférieure à la précédente. Puis, appuyant sur la détente, on laisse la plaque se lancer à toute vitesse. Cela fournit le tracé représenté sur la seconde ligne, dans lequel le début de la secousse musculaire se trouve en *g* (fig. 4). La secousse elle-même se déploie en une courbe allongée semblable à celles que j'ai représentées dans mes *Études de myographie* (1).

La distance *eg* est donc l'expression du retard du signal musculaire sur l'excitation électrique.

3e TEMPS. — *Détermination du temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf de la Torpille et la production de sa décharge.*

(1) Marey, *Du mouvement dans les fonctions de la vie*, p. 242 et suiv.

— Une Torpille est préparée selon le procédé de Moreau, qui, par une longue et profonde incision, tranche tous les nerfs électriques d'un côté. Deux aiguilles sont implantées dans l'un des nerfs de cet appareil, et reliées par des conducteurs mobiles *ig*, *i'g'* avec le courant induit de la bobine. On rompt la communica-



Fig. 4.

tion qui, tout à l'heure, envoyait l'excitation de cette bobine aux fils *m*, *m'* du myographe. C'est la décharge de la Torpille qu'on doit envoyer au muscle signal. A cet effet, une pince *p* (fig. 3), dont les mors métalliques sont isolés l'un de l'autre, étreint la moitié de la Torpille au niveau de l'appareil dont les nerfs ont

été coupés et vont recevoir l'excitation. Les mors de la pince sont armés de petites griffes qui les empêchent de glisser sur la peau de l'animal. Chacun de ces mors porte un fil métallique et se relie avec les excitateurs *m*, *m'* du myographe.

Pour suivre le trajet de la décharge de la Torpille à travers le circuit qu'elle doit parcourir, prenons la décharge au moment où elle s'échappe par le mors placé sur le dos de l'animal et entre dans le fil marqué du signe +, la décharge parcourt un conducteur mobile qui la porte au godet *m*, *m'*, et de là à l'un des fils excitateurs du myographe; elle traverse le nerf de la Grenouille pour revenir, par un autre fil métallique, au godet *m*, qui, par un autre conducteur mobile, la conduit à travers le fil D jusqu'au mors de la pince qui est situé sous le ventre de la Torpille. A partir du nerf de la Grenouille, lés conducteurs parcourus par la décharge sont désignés dans la figure 3 par le signe —.

Les choses étant ainsi disposées, on fait fonctionner l'appareil comme tout à l'heure, et l'on obtient le tracé représenté sur la troisième ligne (fig. 4). Le signal de la Grenouille arrive en *t*, et présente du reste les mêmes caractères que dans l'expérience précédente.

On voit que l'intervalle *et*, qui s'écoule cette fois entre l'excitation et le mouvement est plus considérable que dans le cas précédent. Mais il est clair que l'on doit retrancher de cet intervalle le temps *eg*, dépensé par la Grenouille, de sorte que le reste *gt* représente le temps que la Torpille elle-même a consommé entre le moment où son nerf a été excité et celui où elle a fourni sa décharge électrique.

Pour estimer la durée qui correspond à ces intervalles *eg* et *gt* je n'avais, comme on a vu, que les vibrations d'une tige munie d'un style (fig. 3). Ce chronographe à indications arbitraires devait être gradué par comparaison avec un diapason dont le nombre de vibrations fût bien déterminé. C'est ce que je ne pus faire qu'à mon arrivée en France. J'obtins alors, pour la valeur du temps *eg* consommé par la Grenouille $\frac{1}{80}$ de seconde et, pour celle du temps *gt* consommé par la Torpille, $\frac{1}{80}$ de seconde. Ces deux durées sont donc assez voisines l'une de l'autre.

Ces expériences prouvent déjà qu'au point de vue fonctionnel il existe une analogie frappante entre la décharge électrique de la Torpille et la secousse musculaire. La concordance de ces résultats ne fait que rendre plus intéressante la comparaison de ces deux actes à d'autres points de vue encore.

Tentatives de détermination de la vitesse de l'agent nerveux dans les nerfs électriques et la durée du temps perdu dans l'appareil de la Torpille. — Le temps consommé par la Grenouille et la Torpille avant de réagir contre l'excitation qu'elles ont reçue peut se composer de deux éléments distincts. On sait que, chez la Grenouille, le retard du mouvement tient, d'une part, au temps que l'agent nerveux met à parcourir la longueur de nerf qui sépare le muscle du point excité et, d'autre part, à ce phénomène que Helmholtz a appelé le *temps perdu* du muscle, sorte de repos de l'organe qui a reçu l'excitation et ne réagit pas encore. Les mêmes éléments existent-ils dans le temps *gt* consommé par la Torpille? On sait que, pour un muscle de Grenouille, le temps perdu est d'environ $\frac{1}{100}$ de seconde; il constitue donc la plus grande partie du temps *eg*. On peut avoir la preuve expérimentale de ce fait en électrisant directement le muscle de Grenouille au lieu d'agir sur le nerf. Dans ces conditions nouvelles, le signal musculaire arrive beaucoup plus tôt, il est très-voisin du point *e* qui correspond au moment où l'excitation électrique a lieu. Mais il m'a été absolument impossible, vu la petitesse des Grenouilles d'Italie, de faire la mensuration directe de la vitesse de l'agent nerveux. Cette vitesse est d'ailleurs si variable, suivant les circonstances extérieures, qu'elle présente peu d'intérêt.

Il entrait dans mon programme de mesurer la vitesse de l'agent nerveux dans les nerfs électriques de la Torpille, afin de faire la part des deux éléments qui constituent le retard *gt* et de les comparer aux mêmes éléments du retard *eg* de la Torpille.

L'expérience consistait donc à exciter successivement deux points du nerf électrique inégalement distants de l'appareil, et à voir quelle modification se produirait dans le retard du signal.

Mais les nerfs de la Torpille traversent les branchies, où il est

difficile de les isoler même par une dissection délicate. De plus, les tentatives que l'on fait pour disséquer ces nerfs constituent une mutilation considérable qui épuise l'animal surtout pendant les grandes chaleurs de l'été. En conséquence, j'ai dû renoncer à obtenir la répétition exacte de l'expérience que Helmholtz a instituée sur le système nerveux moteur. Toutefois, en promenant l'excitateur électrique sur différents points du nerf de la Torpille, j'ai constaté qu'on faisait peu varier le moment d'apparition de la décharge. Des appareils plus sensibles que ceux dont je disposais permettraient, sans doute, de mesurer cette vitesse qui m'a paru un peu plus faible que celle de l'agent nerveux moteur. J'ai dû, pour le moment du moins, me contenter de comparer entre elles les durées totales qui séparent l'excitation nerveuse de la secousse musculaire, chez la Grenouille, et de la décharge, chez la Torpille.

Mais, s'il est difficile de déterminer le temps employé par l'agent nerveux à parcourir le nerf de l'appareil électrique, pour le défalquer du temps consommé avant l'apparition de la décharge, peut-être pourrait-on, procédant de la manière inverse, déterminer la durée du temps perdu pour la défalquer ensuite. Rien de plus facile que cette détermination, quand elle s'adresse au système musculaire; il suffit d'électriser directement le muscle et d'apprécier l'intervalle qui sépare cette électrisation du début du mouvement qu'elle provoque. Cette méthode est malheureusement inapplicable à l'appareil de la Torpille.

Quand on électrise directement cet appareil au moyen d'un courant induit, l'effet de ce courant se transmet inévitablement à la Grenouille, qui réagit par une secousse : puis, quand arrive à son tour la décharge de l'appareil de la Torpille, le mouvement provoqué dans le muscle de Grenouille se confond avec celui qui est déjà commencé, et l'on ne peut distinguer l'instant auquel il se produit. Le vice de l'expérimentation est donc celui-ci : c'est l'électricité qui excite l'appareil, et c'est encore l'électricité qui constitue l'effet que l'on provoque; ces deux actes électriques se suivent de trop près pour pouvoir, dans un muscle de Grenouille, produire deux effets distincts.

Cherchons les différentes manières de remédier à cet inconvénient.

Si la Grenouille, avons-nous dit, avait le temps de réagir deux fois distinctement entre les deux excitations électriques qu'elle reçoit, il serait facile de saisir la succession que nous cherchons à déterminer. Mais on sait que si la Grenouille ne peut donner qu'une secousse assez lente, l'Oiseau en fournit une beaucoup plus rapide ; de sorte que si nous prenions pour signal un muscle d'Oiseau au lieu d'un muscle de Grenouille, nous pourrions avoir deux signaux distincts, l'un au commencement, l'autre à la fin de l'intervalle qu'il s'agit de mesurer.

Une autre méthode consisterait à exciter l'appareil électrique à un certain moment de la course du pendule, en employant pour cela un agent autre que l'électricité, de façon à n'impressionner en rien le nerf de la Grenouille au moment où l'excitation du nerf de la Torpille se produit. Un choc, par exemple, se produirait sur le nerf électrique de la Torpille au moment où le pendule occupe une certaine position. Le moment où ce choc a lieu serait pointé sur la plaque enfumée qui recevrait ensuite le tracé de la secousse de la Grenouille. L'intervalle entre les deux signaux contiendrait le temps *eg*, dont la signification est déjà connue (la constante dépensée sur le nerf et le muscle de la Grenouille-signal), et le temps perdu dont nous cherchons la valeur. On obtiendrait cette mesure par une simple soustraction.

Enfin, une troisième méthode consisterait, tout en excitant le nerf de la Torpille, à employer à cet usage une électricité dont les effets ne soient pas les mêmes que ceux de la décharge de la Torpille.

On sait que Matteucci a réussi à produire avec la décharge de la Torpille la décomposition électrolytique de l'iodure de potassium. On peut donc bleuir par cette décharge un papier amidonné imbibé d'une solution d'iodure de potassium.

D'autre part, une décharge d'électricité statique d'une bouteille de Leyde, par exemple, tout en excitant à un haut degré le nerf de la Torpille, serait incapable de produire l'effet électrolytique donné par la décharge de ce poisson. Si donc on rem-

place le papier enfumé par un papier impressionnable à l'électrolyse, et que la coloration caractéristique soit prise pour signal, on peut se débarrasser des effets de l'excitant électrique et conserver seulement ceux de la décharge dont il s'agit de déterminer le moment précis d'apparition.

Le temps et les moyens nécessaires m'ont fait défaut pour réaliser ces expériences pendant mon séjour à Naples. Peut-être retrouverai-je l'occasion de reprendre ces études. En indiquant les méthodes qui me semblaient capables de résoudre le problème que je m'étais posé, je souhaite qu'un autre expérimentateur comble prochainement ces lacunes.

De la durée de la décharge électrique chez la Torpille. — Si nous continuons le parallèle entre l'appareil électrique de la Torpille et l'appareil musculaire, nous sommes conduits à comparer entre eux les phénomènes qui se passent dans l'intimité de ces organes.

Or, dans un muscle, la force motrice s'engendre d'une façon graduelle, arrive par des phases successives à un maximum d'intensité, puis décroît graduellement. La durée et les phases de la force motrice nous ont été révélées par la myographie, qui traduit par une courbe la durée de la *secousse musculaire*, et les variations d'intensité de l'effort développé par le muscle aux différents instants de son activité.

Plusieurs raisons tendent à faire supposer que la décharge de la Torpille, comme celle de tous les poissons électriques, présente une durée mesurable, et peut-être aussi des phases d'intensité variable comme celle de la force musculaire.

Tous les auteurs signalent ce fait, que la décharge des poissons électriques, Torpilles, Gymnotes, Raies, etc., dévie l'aiguille du galvanomètre. Or cette action appartient aux courants bien plutôt qu'aux décharges d'électricité statique, dont l'instantanéité s'oppose à ce que le petit barreau magnétique ait le temps d'obéir à leur action.

L'expérience de Matteucci et Linari, dans laquelle ces auteurs ont fait jaillir des étincelles électriques en frottant une pointe de métal mise en communication avec le ventre de la Torpille, sur

une lime qui reposait sur le dos de cet animal, cette expérience, dis-je, est plus concluante encore. En effet, la théorie fait penser que, pour que l'étincelle jaillisse dans ces conditions, il faut que la pointe de métal rompe le circuit en quittant une dent de la lime pendant la durée du courant ; et, pour que deux étincelles apparaissent successivement, il faut que deux ruptures se produisent ainsi, toujours pendant la durée de ce courant de la Torpille. Dès lors, puisque deux passages de la pointe sur les dents de la lime peuvent avoir lieu pendant la décharge, celle-ci a pour mesure minimum la durée de ces deux passages.

Un seul doute peut encore s'élever dans l'esprit : si, par une excitation de l'animal, celui-ci donnait deux décharges consécutives, les deux étincelles pourraient à la rigueur appartenir à ces deux actes successifs. Ce doute devra être levé dans des expériences spéciales ; il suffit pour cela de rompre toute communication nerveuse entre l'appareil électrique et les centres nerveux de la Torpille. On éliminera ainsi les effets réflexes qui, pour une seule excitation, produisent plusieurs réactions consécutives, comme cela arrive sur la Torpille empoisonnée par la strychnine.

Enfin du Bois-Reymond (1) a montré sur le Malaptérure que la décharge a une durée suffisante pour que le muscle d'une Grenouille, excité par l'électricité de ce poisson, ait le temps de se raccourcir au maximum, même en soulevant un poids, avant que le courant électrique du Malaptérure ait cessé. J'ignore si, dans ce cas, l'appareil électrique du poisson était à l'abri des causes de décharges multiples.

Pour apprécier à la fois la durée et les phases de la décharge de la Torpille, la meilleure méthode peut-être serait l'emploi de l'électrolyse si l'on avait des appareils assez sensibles pour déceler instantanément le courant de la Torpille, indiquant ainsi sa

(1) Au moment de mettre cette note sous presse, je trouve (dans le *Central-Blatt für die med. Wiss.*, 2 décembre 1871) cette indication du travail de M. du Bois-Reymond signalée par M. Rosenthal. Le même article signale aussi des expériences de Eckhard sur la Torpille (*Beitr. zur Anat. und Physiol.*, I, 157). Je regrette de ne pouvoir en ce moment consulter ces ouvrages ; mais je pense que les présentes recherches, si elles concordent pour quelques-uns de leurs résultats avec ceux des physiologistes allemands, pourront encore y ajouter quelque chose de nouveau.

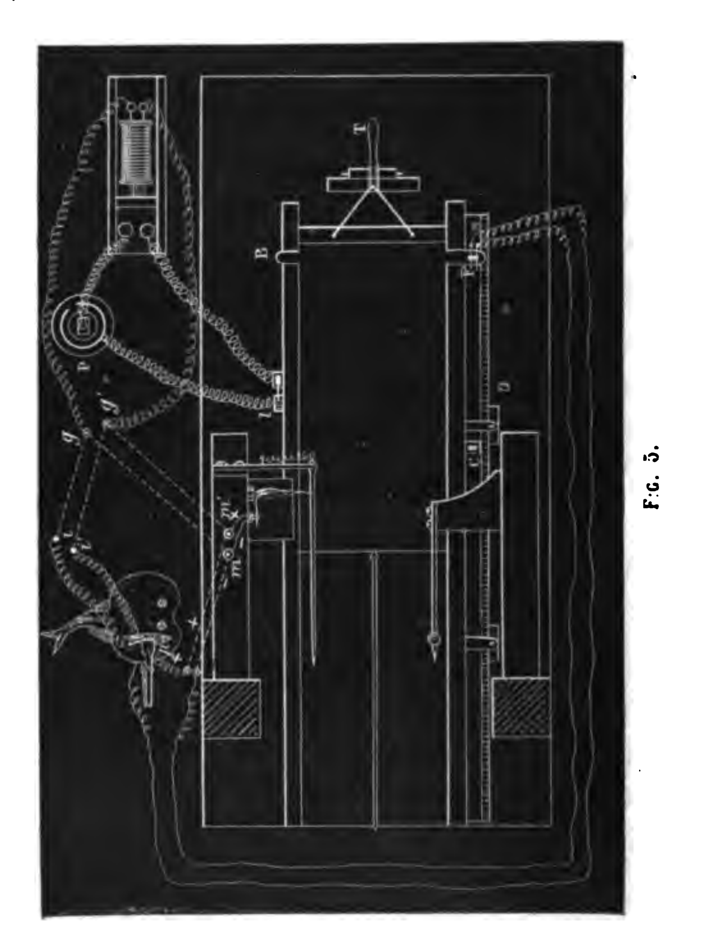
durée et sa fin, tandis que des différences d'intensité de la coloration du papier sensibilisé correspondraient aux différences d'intensité du phénomène s'il a des phases variables. J'ai dit plus haut comment il m'a été impossible d'entreprendre ces recherches, mais j'ai pu, avec les appareils dont je disposais, déterminer un des éléments du problème, à savoir la *durée de la décharge.*

En effet, admettons pour un instant que cette décharge ait une durée de cinq centièmes de seconde, par exemple. Il est facile de modifier l'appareil qui a été décrit précédemment, de façon à recueillir l'électricité de la Torpille pendant un temps beaucoup plus court pour l'envoyer au nerf de la *Grenouille-signal.* On peut disposer les choses de façon à fermer le circuit de la Torpille pendant un centième de seconde. D'autre part, il est facile de disposer l'appareil de façon à recueillir, à des instants successifs, cette partie de la décharge qui a un centième de seconde pour durée.

Si l'on cherche, à des instants successifs, la décharge de la Torpille, et si on la trouve dans cinq explorations consécutives, séparées entre elles par un centième de seconde, cela prouve qu'elle a duré cinq centièmes de seconde. Dès lors, dans une sixième exploration, on ne devra plus retrouver cette décharge, et le muscle de Grenouille ne devra donner aucun signal.

On voit sur la figure 5 la modification de l'appareil qui m'a permis de réaliser cette série d'explorations successives de l'état électrique de la Torpille. Tout étant disposé comme pour la dernière expérience, celle qui sert à déterminer le temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf et l'apparition de la décharge, on rompt le circuit de la Torpille en D (fig. 3), et l'on prolonge chacun des fils conducteurs jusqu'en F, où ils se terminent par deux pointes isolées l'une de l'autre et fixées sur une barre horizontale au chariot qui porte la plaque enfumée. Dans le mouvement de la plaque, la pointe des fils effleure une goutte de mercure C qui ferme un instant le circuit de la Torpille. Si la décharge a lieu au moment où se produit cette clôture dont la durée est de $\frac{1}{100}$ de seconde environ, le nerf de la Grenouille sera excité et le muscle donnera un signal.

Or, cette goutte est placée dans un godet de cire qui repose sur une longue règle plate divisée en millimètres. On peut, en poussant ou en tirant cette règle, la faire glisser le long du chariot, et faire varier ainsi la position de la goutte de mercure, de


FIG. 5.

façon à avancer ou à retarder le moment où, dans la course du chariot, la clôture du circuit de la Torpille se produira.

Disposons d'abord l'appareil de façon à faire coïncider l'instant où la clôture de circuit de Torpille a lieu avec celui où se produit l'excitation de l'animal. Si le chariot est mis en mouvement avec une vitesse extrêmement faible, on verra, au moment où le cou-

rant de pile est rompu, le muscle de Grenouille donner un signal représenté (fig. 6) en *e*. C'est le signal de l'instant de l'excitation. Mais si avec la même disposition de l'appareil on lance le pendule à toute vitesse, la Grenouille ne donnera aucun mouvement. Cela s'explique par ce fait que la décharge de la Torpille, qui retarde notablement sur l'excitation, ne se produit qu'à un moment où le circuit de pile est rompu de nouveau après le passage des fils F à travers la goutte de mercure C. En poussant graduellement la règle, de façon à retarder de plus en plus le

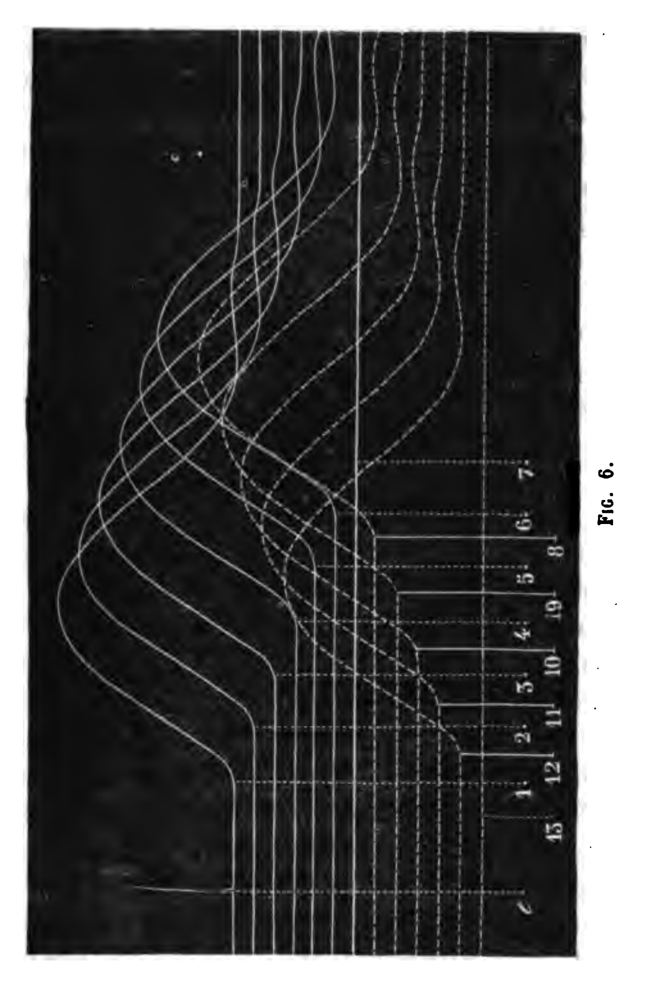


Fig. 6.

moment où l'on recueille la décharge de la Torpille par rapport à celui de l'excitation, on arrive à obtenir un premier signal représenté (fig. 6) sous le n° 1. Ce point correspond au début du phénomène ; il se trouve, du reste, à la même distance du moment de l'excitation que dans la figure 3, où se trouve déterminé le retard de l'acte électrique de la Torpille.

Si la décharge était instantanée, en poussant la règle d'une petite quantité, de façon à retarder de $\frac{1}{200}$ de seconde l'instant de la clôture du circuit, on verrait cesser le mouvement de la Grenouille ; le courant, en effet, n'existerait plus au moment où l'on chercherait à le recueillir.

Mais il n'en est pas ainsi, et, en fermant le circuit de plus en plus tard, on retrouve la décharge de la Torpille à des instants de plus en plus éloignés de son début, et l'on obtient ainsi les signaux 2, 3, 4, 5, 6, qui montrent que ce phénomène a duré pendant tout le temps que la plaque a mis à parcourir l'espace qui sépare les instants 1 et 6. Mesuré au diapason, ce temps correspond à $\frac{1}{14}$ de seconde.

Dans une septième tentative, en retardant encore le moment de la clôture du circuit, on n'a plus obtenu le signal musculaire, ce qui prouve que la décharge était finie au moment de la clôture du circuit de la Torpille.

Pour faire la contre-épreuve des expériences précédentes, il suffit de ramener la règle en arrière, c'est-à-dire de rapprocher la clôture du circuit du moment de l'excitation, et l'on obtient les signaux 8, 9, 10, 11, 12, jusqu'à ce que enfin, dans une treizième expérience, on ait amené le contact trop près de l'excitation, ce qui supprime de nouveau le signal, la clôture du circuit étant finie avant le commencement de la décharge.

Pour donner autant de précision que possible à cette détermination de la durée du phénomène électrique, il faut, vers le début et vers la fin de l'expérience, multiplier les tâtonnements, et ne faire avancer ou reculer la règle que d'une très-petite quantité entre deux explorations successives. On peut assez facilement obtenir cette détermination avec une approximation de $\frac{1}{125}$ de seconde.

La durée de la décharge électrique, dans le cas ci-dessus, était,

avons-nous vu, $\frac{1}{14}$ de seconde. A l'inspection de la figure, on voit que cette durée est très-sensiblement celle de chacune des secousses musculaires qui nous servaient de signal.

Les expériences myographiques ont donc confirmé de tout point les prévisions qui me les avaient fait entreprendre, elles ont montré qu'une parfaite analogie existe entre la décharge électrique de la Torpille et la secousse d'un muscle de la vie animale, tant au point de vue du retard de ces phénomènes sur l'excitation qui les provoque qu'à celui de la durée de chacun d'eux.

Toutes ces analogies fonctionnelles entre le muscle et l'appareil électrique me faisaient vivement désirer de soumettre cet appareil à l'action des substances et des agents physiques, qui modifient les caractères de la secousse musculaire. J'ai montré les différences profondes qu'impriment à la courbe de ce mouvement la chaleur, le froid, l'empoisonnement par la vératrine, etc.

Pour étudier sur l'appareil électrique les influences de cet agent, il faudrait disposer d'appareils qui fussent capables de signaler les phases du phénomène électrique, c'est-à-dire son intensité à tous les instants.

J'ai trouvé, dans le *Compte rendu* des travaux du laboratoire du professeur Donders, d'Utrecht, un Mémoire relatif à la durée des décharges d'une bobine d'induction à long fil. L'auteur de ce travail, M. A. Nijland se servit de papier sensibilisé au cyanoferrure de potassium, sur lequel il écrivait les vibrations d'un diapason muni d'un style que traversait la décharge de la bobine. On voit, au moment de la décharge, les vibrations du diapason s'écrire sous forme de sinuosités ponctuées, montrant ainsi que la décharge est formée d'étincelles multiples plus fréquentes au milieu du phénomène qu'au commencement et à la fin. Le nombre de vibrations du diapason pendant lesquelles le papier reçoit la coloration caractéristique permet de mesurer directement la durée du courant induit de la bobine.

Je termine cette note, que je regrette de laisser si incomplète malgré son étendue, en signalant cette ingénieuse méthode aux physiologistes qui auront l'occasion d'étudier les poissons électriques.

RECHERCHES

SUR

L'ÉLIMINATION DES SELS MERCURIELS

INGÉRÉS PAR L'HOMME

Au bout de combien de temps un sel mercuriel soluble, introduit chez l'homme, dans l'appareil digestif, apparaît-il dans l'urine, la salive, la sueur?

Par le D[r] H. BYASSON

Pharmacien en chef de l'hôpital du Midi.

Dans une courte note insérée dans le numéro précédent de ce recueil, page 397, nous avons donné quelques instructions pratiques pour la recherche qualitative du mercure dans les liquides de l'économie, et nous nous sommes posé un certain nombre de questions ou problèmes dont nous poursuivons la solution. Possédant un procédé nouveau d'analyse, dont il est facile de vérifier l'exactitude et la sensibilité, c'est à l'expérimentation bien conduite et appuyée sur une pareille base qu'il appartient de répondre. Nous ferons observer combien il importe pour le moment de nous renfermer dans le domaine expérimental, les déductions physiologiques et les applications thérapeutiques ne pouvant être utilement abordées qu'après une étude minutieuse des faits principaux.

Les sels mercuriels, dont l'emploi pour le traitement de certaines maladies, et en particulier des diverses formes de la syphilis, est si fréquent, peuvent être administrés sous les formes et par les voies suivantes :

1° A l'état soluble, particulièrement à l'état de bichlorure ou d'iodure double de mercure et de potassium, soit seuls en solution alcoolique, soit avec un excès d'iodure alcalin ou d'albuminate alcalin, par la voie stomacale, par le rectum, en injection sous-cutanée ;

2° A l'état insoluble, sous forme de mercure métallique, de

protoiodure, de sous-sulfate, de sulfure, etc., par la voie stomacale, en frictions, mélangés à des substances grasses, et pour certaines, par la voie pulmonaire.

Dans ces diverses conditions, il nous a paru important de déterminer quelles étaient les voies d'élimination et sa durée en procédant, par comparaison et dans des circonstances identiques, quant au sujet soumis aux diverses et nombreuses expériences à exécuter.

Nous n'avons pas hésité à être nous-même notre propre sujet d'expérience, et ceux qui ont quelque souci de l'exactitude n'en seront pas surpris s'ils réfléchissent que celui-là seul se plie à toutes les nécessités et à toutes les minuties de l'expérimentation qui en comprend les difficultés et qui en pèse l'importance. Les sujets ne manquent pas dans l'hôpital dont nous dirigeons le service pharmaceutique. Toute facilité nous est donnée par les chefs de service pour nos travaux; mais pour les questions délicates à résoudre, on tomberait dans de graves erreurs si l'on se confiait au premier sujet venu. Toutefois, il sera nécessaire d'y avoir recours, mais pour d'autres études, et dans ce cas on ne saurait trop se tenir sur ses gardes et exercer de surveillance.

Nous donnerons aujourd'hui la réponse à la question suivante : Au bout de combien de temps un sel mercuriel soluble, introduit chez l'homme dans l'appareil digestif, apparaît-il dans l'urine, la salive, la sueur? Après quel temps une dose donnée de sel mercuriel soluble peut-elle être considérée comme complétement éliminée?

Notre procédé de recherche a été exposé dans la note indiquée plus haut. Les urines ont été minutieusement recueillies et les principaux caractères notés. La salive n'était pas rejetée d'une manière continue, mais par intervalles. Quant à la sueur, il n'a pas été nécessaire d'en isoler une portion, opération toujours délicate. Ce liquide étant normalement acide, nous nous sommes appliqués sur la région lombaire un certain nombre de piles de Smithson. A cet effet, une lame d'étain autour de laquelle était enroulée une lame d'or était fixée sur un morceau de toile et le tout serré et appliqué sur la peau au moyen d'un ruban; la

transpiration était activée par l'exercice musculaire. Toutes les précautions indiquées précédemment ont été minutieusement suivies.

Le 4 août, à dix heures du matin, nous avons pris en solution sucrée et légèrement alcoolique 2 centigrammes de bichlorure de mercure, dose moyenne et que nous pensions pouvoir facilement tolérer. A 10 h. 50, au moment où les sensations éprouvées nous faisaient penser que la tolérance s'était établie, de légers frissons sont survenus, accompagnés d'un peu de vertige et de fourmillements dans les membres abdominaux, et quelques minutes après il s'est déclaré un vomissement abondant d'un liquide jaune, filamenteux, vomissement qui a été de courte durée. A 11 heures et un quart, nous avons pris notre repas comme d'habitude, et à part une légère saveur métallique et un peu de constriction à la gorge, aucun autre phénomène n'a été perçu dans la journée.

Le lendemain, 5 août, après ce premier essai peu favorable, nous avons repris la même dose de sel mercuriel, mais sous la forme suivante :

Bichlorure de mercure.......	1 centigr.
Chlorhydrate de morphine....	5 milligr.

Pour une pilule.

A 9 h. 30 m., nous ingérions une première pilule, à 11 h. 10 m. une seconde, à 11 h. 30 m. nous prenions notre repas et la journée s'est écoulée sans que nous ayons eu aucun phénomène à noter.

Urines recueillies le 4 août et résultats :

Première miction : 2 heures du soir, 150^{cc} d'urine d'un poids spécifique égal à 1023. Résultat positif, c'est-à-dire que l'urine renfermait du sel mercuriel.

Deuxième miction : 6 h. 15 m. soir, 175^{cc} d'urine d'un poids spécifique égal à 1021. Résultat positif.

Troisième miction : 10 heures soir, 360^{cc} d'un poids spécifique égal à 1009. Résultat négatif.

Quatrième miction : 7 heures du matin, 5 août, 225^{cc} d'un poids spécifique égal à 1018. Résultat négatif.

De 1 h. 30 m. du matin à 3 heures, le 4 août, nous avons recueilli 40 grammes de salive. Résultat positif.

De 8 h. 30 m. à 10 heures, nous avons recueilli 30 grammes de salive. Résultat négatif.

A 10 h. 5 m. du matin, deux piles de Smithson étaient appliquées sur la région lombaire, en contact avec la peau.

La première était retirée à 8 h. 30 m. du soir. Résultat négatif.

La deuxième était retirée, le 5 août, à 7 heures du matin. Résultat négatif.

Dans cette première série de recherches, le sel mercuriel, comme nous l'avons dit, n'a été toléré que 50 minutes. Malgré la faible proportion qui a dû être absorbée, puisque d'après le caractère du vomissement un liquide très-abondant s'est épanché dans l'estomac, nous arrivons au résultat suivant : Le sel mercuriel soluble ingéré par le canal digestif passe dans l'urine et la salive et son existence peut être décelée dans ces deux liquides quatre heures après son ingestion pour le premier, cinq heures pour le second. Dans cette expérience, le sel mercuriel n'a pu être découvert dans la sueur.

Le 5 août, la dose de sublimé prise en deux fois à 1 h. 40 m. d'intervalle a été tolérée. Voici les résultats des recherches :

Pour l'urine — Première miction : 11 h. 15 m., 206[cc] d'un poids spécifique égal à 1013. Résultat positif.

Deuxième miction : 1 h. 30 m., 170[cc] d'un poids spécifique égal à 1008. Résultat positif.

Troisième miction : 5 h. 30 m., 185[cc], poids spécifique égal à 1016. Résultat positif.

Quatrième miction : 10 h. 30 m., 180[cc], poids spécifique égal à 1027. Résultat positif.

Cinquième miction : 6 août, 8 heures du matin, 210[cc], poids spécifique égal à 1024. Résultat positif.

Sixième miction : 12 h. 30 m., 243[cc], poids spécifique égal à 1015. Résultat négatif.

Septième miction : 3 h. 45, poids spécifique égal à 1017. Résultat négatif.

Les urines ont été recueillies, mais non isolément, jusqu'au 8 août, à sept heures du matin inclusivement : le résultat a été négatif.

Pour la salive. — 1° le 5 août, de 1 h. 30 m. à 2 h. 45 m., 30 grammes. Résultat positif ;

2° De 8 h. 30 m. à 10 heures, 30 grammes. Résultat positif.

3° Le 6 août, de 8 heures du matin à 9 h. 30 m., 30 grammes. Résultat négatif ;

4° A divers moments de la journée et du soir, 50 grammes. Résultat négatif.

Pour la sueur. — A 9 h. 35 m., deux piles ont été placées sur la région lombaire ; la première retirée à cinq heures du soir, la deuxième le 6 août, à 8 heures du matin. Pour les deux le résultat a été négatif. Une troisième pile a été placée le 6 au matin et conservée jusqu'au 7 au matin ; le résultat a été négatif.

Dans cette série de recherches, la présence du sel mercuriel a été décelée dans l'urine 1 h. 45 m. et dans la salive environ cinq heures après son ingestion ; vingt-quatre heures après, sa présence ne pouvait plus être constatée par l'analyse pour une dose ingérée de 2 centigrammes. Pour la sueur, le résultat a encore été toujours négatif.

Après avoir servi à la recherche du mercure, les urines de la première et de la deuxième miction ont été mélangées, puis celles de la troisième, de la quatrième et de la cinquième, et additionnées d'une petite quantité d'iodure double de mercure et de potassium ; après six heures, aucun trouble ne s'était manifesté dans les premières, un dépôt floconneux sensible s'est montré dans les secondes. On n'a pas oublié que nous avions pris 1 centigramme de chlorhydrate de morphine en deux fois et la différence d'action du même réactif ne peut s'expliquer que par l'existence de l'alcaloïde dans les urines.

En dernier lieu, nous avons recueilli les matières fécales du 6 août et du 7, leur poids était égal à 475 grammes ; épuisées par l'alcool à 90 degrés, elles ont fourni un résidu égal à 170 grammes à l'état sec. Une portion de l'extrait alcoolique a été oxydé à une douce chaleur par l'acide nitrique. La recherche du mer-

cure dans ce liquide a donné un résultat négatif. Le résidu insoluble oxydé de la même manière a fourni un résultat positif. Il est probable qu'une portion du sel mercuriel passe à l'état de sulfure insoluble et est éliminée sous cette forme.

Nous pouvons tirer de nos expériences les conclusions principales suivantes :

1° Le bichlorure de mercure pris par la voie stomacale peut être décelé dans l'urine environ deux heures après son ingestion;

2° Il apparaît dans la salive environ quatre heures après avoir été ingéré;

3° Il ne paraît pas pouvoir être retrouvé dans la sueur;

4° Vingt-quatre heures environ après avoir pris une dose déterminée de ce sel, l'élimination peut être considérée comme complète;

5° Une partie se retrouve dans les matières fécales.

Il reste à résoudre, toujours par expérience, si l'élimination est aussi rapide quand un individu ingère successivement une dose de sel mercuriel beaucoup plus considérable et s'il est vrai, comme on l'enseigne encore, que le mercure peut s'accumuler dans l'économie.

Nous espérons pouvoir continuer ces recherches de manière à remplir le programme que nous nous sommes tracé.

DES OS SÉSAMOÏDES
CHEZ L'HOMME

Par le Dr GILLETTE
Prosecteur à la Faculté de médecine de Paris.

PLANCHE XX

PRÉLIMINAIRES.

Lorsqu'elle est le résultat d'une observation raisonnée, l'étude anatomique des petits organes a son intérêt comme celle des plus grands appareils de l'économie, car, dans l'admirable charpente du corps humain, rien n'est inutile : petites ou volumineuses, toutes ses parties méritent d'attirer l'attention de l'anatomiste qui ne doit pas dédaigner d'en examiner les moindres détails et d'en approfondir les fonctions.

Les livres classiques condensent en un espace restreint tout ce qui a trait à la description générale des diverses régions du corps, mais ils ne peuvent s'appesantir longuement sur chacune d'elles : c'est aux observateurs à combler peu à peu les lacunes forcées que les auteurs sont obligés de laisser dans leurs ouvrages et à apporter une pierre au magnifique édifice dont la base a été si solidement établie par nos devanciers et qui sera sans cesse pour nous une source inépuisable de recherches intéressantes.

Nous désirons donner, dans cette monographie, une description un peu détaillée de ces petits corps que l'on se contente généralement de mentionner et dont, pour beaucoup, toute l'étude se résume à peu près en ces mots : *Os de peu de volume et de forme arrondie, développés dans les tissus fibreux près des articulations, et que, par suite de la comparaison qu'on en a faite avec la graine de sésame, on appelle* os sésamoïdes. Nous voulons non-seulement en faire l'examen ostéologique pur, mais surtout exposer leurs rapports et leurs moyens d'union avec les organes environnants, le changement qui s'opère en eux par l'âge et les maladies, et, en dernier lieu, les fonctions qu'il est possible de leur attribuer.

§ 1. Définition et étymologie.

Que doit-on entendre par *os sésamoïdes?*

On a coutume de désigner en anatomie sous ce nom (*ossa sesamoidea*, σησαμοειδὴς *de la nature du sésame, semblable au grain de sésame*) des osselets libres surajoutés à d'autres parties du squelette, généralement d'un volume très-petit et situés le plus souvent au voisinage de certaines articulations des extrémités.

Ils se trouvent presque constamment développés du côté de la flexion du membre, et bien qu'ils soient, de toute évidence, en rapport intime avec les tissus fibreux ou tendineux périphériques à ces articulations, nous croyons qu'il est impropre de les regarder, ainsi que le fait est signalé dans certains auteurs, comme présentant une structure ou organisation fibreuse. Ils sont en connexion avec ce tissu fibreux, il est vrai, mais ce n'est pas lui qui leur donne naissance; en un mot, l'os sésamoïde est bien réellement, au moins pour celui qui est articulaire, un véritable *os court*, ou plutôt *rond*, et non pas une simple ossification du système fibreux.

On a un peu trop généralisé, à notre avis, la dénomination de sésamoïde qui, pour quelques-uns, est devenue presque synonyme d'os d'un volume peu considérable; ainsi on l'a employée improprement pour désigner la plus petite pièce du coccyx et la seconde phalange des quatre derniers orteils. On a décrit aussi sous ce nom, et Riolan tout le premier, des points de consistance dure que l'on remarque quelquefois, soit au côté externe du canal carotidien, soit sur le bord du sinus caverneux du côté de l'artère carotide interne. Ce ne sont là que des épaississements de la dure-mère, avec ou sans incrustation calcaire qu'on ne serait pas en droit de taxer du nom d'os proprement dits, quand bien même le microscope y découvrirait quelques ostéoplastes, comme le fait a été parfaitement démontré pour des ossifications de la dure-mère crânienne. — Dans les *Bulletins de la Société anatomique*, t. XXIV, p. 81, il est dit que chez un homme de trente-cinq ans, entré chez Malgaigne, 31 décembre 1848, pour une luxation du pied, suite de fracture du péroné

à la base de la malléole, on trouva un *os sésamoïde* entre le péroné et l'astragale. Dans les mêmes *Bulletins*, t. XXVI, p. 205, il est relaté que Follin a présenté deux rotules sur le bord interne desquelles on remarquait, tenant à chacune d'elles par des liens fibreux et situés immédiatement au-dessous de la synoviale, deux petits os comme *sésamoïdes*, ayant 1 centimètre de largeur sur 2 de hauteur. Enfin, on trouve dans le tome XXVIII, p. 111 des mêmes *Bulletins*, que M. Boulard mit sous les yeux de la Société un *os sésamoïde* de l'articulation huméro-cubitale, situé immédiatement au-dessus de l'olécrâne dans le tendon du triceps brachial; un autre exemple du même genre se trouve mentionné dans la *Gazette des hôpitaux*. Avait-on affaire, dans tous ces cas, réellement à des os sésamoïdes? Nous ne le croyons pas; c'est par analogie, quoique leur forme dût bien les en écarter, qu'on avait considéré ces corps comme tels, parce qu'ils étaient, en apparence, libres du squelette voisin et logés au milieu d'éléments fibreux; mais ce ne sont là que des *productions osseuses pathologiques* devant être rapportées au travail de consolidation vicieuse d'un cal, suite de fracture, ou bien à l'arthrite sèche ossifiante. Purement accidentelles, elles n'ont aucune régularité, aucune symétrie, aucune constance dans le lieu de leur développement, caractères que nous pouvons au contraire, jusqu'à un certain point, revendiquer pour les os sésamoïdes proprement dits, pour ceux que nous appellerons *os sésamoïdes vrais, normaux*. Ces derniers pouvant, cependant, manquer de temps à autre, sont, quand ils existent, situés dans un endroit anatomique précis, qui est toujours le même, ce qui permet à ces os de prendre rang au même titre que les vertèbres, le carpe, le tarse, dans l'étude du squelette du corps humain.

§ 2. Description des os sésamoïdes.

Une division que nous devons établir tout d'abord dans notre sujet, et qui résulte du siége de prédilection de ces os, est celle-ci :

1° *Os sésamoïdes péri-articulaires ;*

2° *Os sésamoïdes intra-tendineux.*

CHAPITRE PREMIER.

OS SÉSAMOÏDES PÉRI-ARTICULAIRES.

Ce sont de beaucoup les plus nombreux et les plus importants ; aussi est-ce à leur description que je me suis presque exclusivement attachés, et, comme ils présentent de grandes différences suivant qu'on les examine aux extrémités supérieures ou inférieures, je suis conduit à les étudier séparément dans ces deux régions.

§ 1. Os sésamoïdes péri-articulaires de la main (fig. 1, 2, 3).

Nous ne faisons pas rentrer dans cette description le *pisiforme* que quelques auteurs considèrent comme un os sésamoïde, parce que nous croyons que son étude appartient à celle du carpe, au même titre que celle du calcanéum, dont il est l'analogue à la main, appartient à la description du tarse. Je serais tenté de renverser plutôt la question et de dire, au lieu de comparer le pisiforme à un os sésamoïde, que certains os sésamoïdes, rappelant tout à fait sa configuration, peuvent être considérés comme de vrais pisiformes.

Tous les os sésamoïdes de la main sont situés à la face palmaire, c'est-à-dire du côté de la flexion, au niveau de la partie antérieure des articulations métacarpo-phalangiennes, très-rarement au niveau des articulations phalangiennes digitales, excepté pour le pouce et le gros orteil. Leur NOMBRE est variable et, en général, moins considérable chez la femme que chez l'homme. Il est rare d'en rencontrer plus de *six à chaque main*, et le plus souvent on n'en trouve que trois ou quatre. On peut dire qu'il en existe de *constants*, ce sont les deux qui appartiennent à l'article métacarpo-phalangien du pouce ; puis viennent par ordre de fréquence ceux de l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index et de l'auriculaire, celui de l'articulation phalangienne du pouce, enfin ceux des articulations métacarpo-phalangiennes et phalangiennes

des autres doigts. — Bertin (*Traité d'ostéologie*, t. IV, p. 182; 1783) n'en a mentionné que trois à chaque main. Par contre, A. Paré en avait multiplié un peu trop le nombre en disant (*Œuvres complètes* de A. Paré, 1840, par Malgaigne, t. I, p. 284) que les *os sésamoïdes sont dix-neuf aux articulations internes de chaque main et autant à chacun pied; c'est à sçauoir : deux à la première articulation et iointure des quatre doigts et seconde du poulce, et vn en chacune des autres.* — Leur nombre est en raison directe de l'âge et de la force musculaire de l'individu.

Leur dénomination tendrait à faire supposer qu'ils ont une grande similitude avec la semence de sésame; il n'en est rien. Cette dernière, bien que petite, est plate, longuette, et la FORME des os sésamoïdes, surtout de ceux de la main, diffère beaucoup de la configuration générale de cette graine; c'est donc par une habitude passée dans la science, et non par juste comparaison, que l'on a toujours continué à les appeler sésamoïdes; aussi tenons-nous, malgré l'idée fausse qu'elle entraîne avec elle, à leur conserver cette dénomination pour éviter toute espèce de confusion. Leur *figure* est variable, mais elle se rapproche toujours plus ou moins de la *forme arrondie;* quelquefois même cette dernière est complète et le petit osselet ressemble alors beaucoup à une *perle;* cependant il s'en faut qu'il ait constamment une régularité parfaite; souvent, en effet, un peu plus *aplati* sur un de ses points, il est *pisiforme.* Légèrement déprimé sur deux faces, il peut offrir la disposition *lenticulaire.* S'il est *rond, sphérique*, il a l'aspect d'une toute *petite bille*, un peu rugueuse à sa surface, d'un petit *galet*, d'un *grain de sable* comparable à ceux que l'on rencontre sur le bord de la mer. D'autres fois, il est *oblong-ovalaire*, c'est-à-dire plus *allongé* dans un sens que dans l'autre; dans ce cas une de ses extrémités est plus *pointue*, quelquefois *recourbée;* il peut même prendre la forme du *scaphoïde.* Lorsqu'il est *ovale*, il rappelle parfois la disposition du *grain de blé ou de café;* seulement, au lieu de présenter une dépression transversale, il offre, au contraire, une crête qui limite deux facettes d'inégale dimension. — Chez le cheval, les *grands sésamoïdes* ont une

configuration *triangulaire* ou plutôt *pyramidale;* enfin, chez les ruminants, chaque métacarpien possède quatre sésamoïdes dont deux ont quelque ressemblance avec l'os crochu, par suite de leur allongement à la partie postérieure.

Leur VOLUME est aussi variable que leur forme et leur nombre, mais il est en raison inverse de ce dernier ; quand on en rencontre deux à la même articulation, il y en a toujours un plus considérable que l'autre; s'ils ont les trois dimensions à peu près égales, leur volume est celui d'un petit pois. Winslow (*Exposition anatomique de la structure du corps humain*, 1776 ; t. I, p. 279) leur assigne comme dimension quatre lignes de longueur sur deux lignes de largeur. C'est là une appréciation assez difficile à faire ; cependant nous pouvons dire que lorsqu'il est pisiforme, un os sésamoïde de la main ne dépasse jamais 5 millimètres en largeur et 4 en épaisseur ; lorsqu'il est allongé, soit dans le sens transversal, soit dans le sens longitudinal, son épaisseur est bien moindre, puisqu'elle n'est que de 1 millimètre à 1 millimètre et demi, tandis que sa plus grande largeur peut aller jusqu'à 6 millimètres (j'en ai trouvé de plus de 8 millimètres).

En résumé, il sera assez facile de se souvenir de la forme et du volume des os sésamoïdes de la main en se représentant ceux d'un pois, d'une perle, d'une pilule, d'un grain de chènevis ou de millet.

On ne peut guère s'en rendre un compte exact qu'en examinant ces os à l'état sec, car à l'état frais ils se présentent à peu près tous avec le même aspect ; d'abord il est assez difficile d'en avoir une notion bien nette à travers les téguments par le palper ; d'autre part, en ouvrant l'articulation correspondante par sa face dorsale et en écartant l'une de l'autre les surfaces articulaires, les os sésamoïdes apparaissent simplement sous la forme d'une ou de deux petites surfaces arrondies, d'un blanc mat ; si l'on prend entre deux doigts les tissus où ils se trouvent contenus, ils donnent la sensation de grains résistants, mais vous ne pouvez en avoir une idée bien précise, au point de vue de la configuration et des dimensions, qu'en les faisant sécher ; de plus, la dessiccation révèle quelquefois des osselets extrêmement petits que la vue et le palper n'avaient pu reconnaître à l'état frais.

Nous pouvons distinguer à chaque os sésamoïde de la main trois parties : deux *faces* et une *circonférence*. La *face antérieure* (*face intra-ligamenteuse*, *face non articulaire*) est la plus étendue; elle offre des inégalités et quelques petits orifices très-ténus; elle est adhérente à la partie postérieure du ligament glénoïdien dans l'épaisseur duquel elle se creuse un petit nid, de plus elle sert d'insertion aux tendons de plusieurs muscles de la main.

La *face postérieure* (face *libre*, face *articulaire*) la plus petite est unie, lisse, polie, recouverte d'une couche de cartilage et répond à un des côtés de la tête du métacarpien ; ou bien elle est plane, ou bien elle est légèrement concave dans un sens ou dans l'autre, ou bien, à l'exemple des os sésamoïdes du pied, ce qui est rare, elle offre une crête médiane très-mousse, limitant deux petites surfaces planes inclinées en dos d'âne destinées chacune à répondre à une des gorges de la double poulie métacarpienne.

La *circonférence* est représentée par une petite rainure (*étranglement* ou *col de l'os sésamoïde*) où vient s'attacher la portion ligamenteuse dans laquelle cet os est inclus. Aussi cette insertion n'arrive pas jusqu'au pourtour de la circonférence de la facette cartilagineuse, derrière laquelle l'ongle peut pénétrer dans une petite rigole circulaire intermédiaire entre ce cartilage et l'adhérence des fibres du ligament glénoïdien.

§ 2. Os sésamoïdes du pouce. — Appareil phalango-sésamoïdien.

Ils comprennent ceux de l'articulation métacarpo-phalangienne et celui de l'article phalango-phalangettien.

Au nombre de deux, les os sésamoïdes métacarpo-phalangiens du pouce (fig. 1) sont, de tous ceux de la main, les *plus constants*. Ce sont des petits corps bien réellement osseux, et Lecat s'est un peu trop avancé en disant que les sésamoïdes de l'articulation métatarso-phalangienne sont les seuls que l'on puisse considérer comme des os.

1° Ils nous ont paru se présenter suivant un *même type*, ce qui permet de les reconnaître avec assez de facilité; 2° ils doivent être, selon nous, étudiés non-seulement réunis l'un à l'autre,

mais encore à la première phalange du pouce, avec la surface articulaire de laquelle ils constituent pour la tête du métacarpien une surface concave de réception que nous appellerons l'appareil PHALANGO- OU GLÉNOÏDO-SÉSAMOÏDIEN.

1° Beaucoup plus petits que ceux du pied, mais plus volumineux que ceux de tous les autres doigts, et symétriquement placés à côté l'un de l'autre dans l'épaisseur du ligament glénoïdien, les *os sésamoïdes métacarpo-phalangiens* ont une *forme constamment la même;* sur plus de cent pouces que nous avons examinés attentivement, après dessiccation des surfaces articulaires, nous avons trouvé que l'*os interne* (fig. 1-*a*), est plus volumineux, bien plus arrondi (presque pisiforme), avec étranglement circulaire ou col assez prononcé, et facette articulaire plane ou à peu près, tandis que l'*os externe* (fig. 1-*b*) est moins épais; mais surtout *beaucoup plus allongé dans le sens transversal* (diam. transvers. de l'os externe, 7 à 8 millimètres, sur des appareils sésamoïdiens où l'os interne n'a que de 4 à 5 millimètres de dimension transversale) et à *facette articulaire excavée,* peu profondément dans certains cas, beaucoup plus dans d'autres, ce qui fait prendre à cet os la forme d'une cupule ou d'une petite nacelle. Nous croyons donc qu'en raison de cette disposition qui est constante et que l'on constate facilement en ayant soin surtout de faire dessécher ces os, *les os sésamoïdes métacarpo-phalangiens du pouce peuvent être dénommés, pour l'interne, le* PISIFORME *du pouce; pour l'externe, le* SCAPHOÏDE *du pouce.*

La surface articulaire de l'os externe examinée à l'état frais ne donne pas complétement la forme générale de cet os, car elle semble presque aussi arrondie que celle de l'interne; mais si on le fait sécher, on aperçoit toujours une *apophyse volumineuse conoïde* (*apophyse interne*) située en dedans et tournée vers l'os pisiforme interne.

La forme transversale du scaphoïde du pouce et son excavation articulaire sont d'autant plus prononcées que l'on remarque souvent aussi à son extrémité externe un petit crochet ou *apophyse externe*, et ces caractères suffisent amplement pour permettre de reconnaître à quel côté appartient tel appareil sésamoïdien,

surtout s'il est réuni à la première phalange : cette connaissance en médecine légale peut avoir son utilité.

2° *Appareil phalango-sésamoïdien du pouce* (fig. 2 et 3) — On peut nous objecter l'aridité des détails précédents, qui sont d'anatomie descriptive pure, mais il était indispensable de les donner pour arriver au développement physiologique plus intéressant dans lequel je vais maintenant entrer.

Comme l'illustre Riolan l'a dit, il y a bien deux sortes d'ostéologie : l'une qui étudie les os à l'état sec, et privés de tout rapport avec les organes voisins ; l'autre qui est leur étude à l'état frais, et dans les connexions qu'ils affectent avec les autres os ou organes adjacents. La première est une description d'histoire naturelle plus curieuse qu'utile pour la physiologie ou la pathologie, mais elle doit toujours précéder la seconde manière de faire qui est la plus importante, la plus utile, puisqu'elle montre la position respective des os en quelque sorte dans l'exercice de leurs fonctions.

Jusqu'ici les auteurs ont toujours considéré l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce, à l'exemple des autres articulations métacarpo-phalangiennes, comme une condylarthrose (tête ou condyle reçus dans une cavité elliptique, — 4 mouvements); seulement ces mêmes auteurs ajoutaient, comme éléments accessoires, deux os sésamoïdes.

Nous croyons, au contraire (et l'évidence sera bien plus grande pour le pied que pour la main), que les deux sésamoïdes du pouce sont appelés à jouer un rôle beaucoup plus important que celui qui leur a été dévolu jusqu'à présent. Réunis à la première phalange, ils constituent une cavité de réception que nous appellerons *appareil phalango-* ou *glénoïdo-sésamoïdien* destiné à la tête du métacarpien. Nous espérons démontrer que *cette articulation complexe métacarpo-phalango-sésamoïdienne* du pouce présentant dans son ensemble les caractères d'engrènement réciproque et ne jouissant en réalité que de deux mouvements, nous espérons démontrer, dis-je, que cette articulation doit revendiquer sa place parmi les articulations trochléennes ou ginglymes.

En effet, *du côté du métacarpien* (fig. 3-*c*) nous avons une

extrémité digitale différente de celle des autres métacarpiens : c'est une tête plus large transversalement, présentant : 1° une surface postéro-inférieure assez arrondie (*portion condylienne du premier métacarpien*) ; 2° à sa partie antérieure, c'est-à-dire du côté de la face palmaire, deux petits enfoncements ou plutôt deux poulies séparées par une petite crête plus ou moins saillante (*portion bi-trochléenne du premier métacarpien ; double poulie métacarpienne*, — fig. 3-*c*). Chacune de ces portions correspond aux diverses surfaces de la phalange et des sésamoïdes ; en effet, *du côté de l'appareil phalango-sésamoïdien* nous avons une cavité articulaire que l'on peut dédoubler pour la facilité de la description en deux surfaces, l'une *phalangienne* (fig. 3-*d*) destinée à recevoir la portion condylienne du premier métacarpien, l'autre *sésamoïdienne* où vient reposer la portion bi-trochléenne de ce même métacarpien ; chacun des os sésamoïdes correspond à la poulie et au petit condyle articulaire qui la limite de chaque côté ; quant à la crête médiane de la double trochlée métacarpienne, elle vient s'enclaver dans l'intervalle laissé entre les deux os sésamoïdes et qui forme un angle d'autant plus rentrant que ces deux os sont généralement inclinés de façon que leurs surfaces articulaires se regardent mutuellement. L'os sésamoïde externe (le scaphoïde du pouce) étant plus creux, comme je l'ai déjà dit, reçoit toujours dans sa cupule le petit condyle externe de la poulie métacarpienne qui est constamment plus bombé et qui s'y embotte comme la tête de l'astragale dans la face concave du scaphoïde.

Outre le *ligament glénoïdien* dans la partie postérieure duquel les os sésamoïdes sont comme incrustés, ces derniers sont reliés par des ligaments propres (*ligaments sésamoïdiens*), soit entre eux, soit au métacarpien et à la phalange : c'est à l'état frais qu'il est possible de les distinguer.

Si l'on ouvre par la face dorsale une articulation métacarpo-phalangienne du pouce, et si, après avoir écarté assez fortement les surfaces l'une de l'autre, on plonge le regard dans l'intérieur de l'article, on voit que la *synoviale* est soulevée par des trousseaux fibreux. On peut reconnaître alors (fig. 3) : 1° un *ligament tran-*

sverse (*ligament inter-sésamoïdien*) qui réunit ces deux os l'un à l'autre, il est mince, aplati; entre son bord inférieur légèrement curviligne et la phalange on remarque quelques franges graisseuses soulevant la synoviale; 2° deux petits *ligaments latéraux* (*ligaments phalango-sésamoïdiens externe et interne*) allant des rugosités de la face correspondante du sésamoïde à la phalange; 3° mais celui qui est le plus fort, le plus visible (représenté fig. 3), est le *ligament métacarpo-sésamoïdien* s'insérant toujours à la partie interne du petit condyle externe de la portion bi-trochléenne de la tête du métacarpien, puis divergeant et s'épanouissant pour aller s'insérer aux deux sésamoïdes. Ce ligament, que nous verrons si prononcé pour le pied, peut être considéré comme le *ligament suspenseur de ces os;* il a aussi une certaine analogie avec les ligaments croisés du genou.

Ces ligaments sésamoïdiens sont beaucoup plus prononcés chez le cheval; nous y retrouvons des ligaments latéraux, transverse, inférieur et supérieur; ce dernier est une forte lanière de tissu fibro-élastique bifurquée en bas au niveau des sésamoïdes.

La description des surfaces articulaires de la tête du métacarpien et de l'appareil phalango-sésamoïdien, l'enchevêtrement réciproque de ces surfaces, nous permettent de regarder définitivement cette articulation comme *bi-trochléenne* ou *bi-ginglymoïdale*.

Si l'on y joint la présence d'un *ligament métacarpo-sésamoïdien* analogue aux ligaments croisés, on pourrait rapprocher chacune de ses moitiés, jusqu'à un certain point, de l'articulation du genou; mais, selon nous, il n'est pas tout à fait juste de comparer les deux os sésamoïdes à deux petites rotules, comme le font bien des auteurs : ces deux os, sur lesquels glissent les deux petits condyles de la portion trochléenne de la tête métacarpienne, devraient plutôt être mis en parallèle avec les deux surfaces glénoïdes de l'extrémité supérieure du tibia sur lesquelles roulent les condyles du fémur, la rotule serait alors représentée par la cavité glénoïdale de la première phalange du pouce. — Quoi qu'il en soit, on peut placer cette articulation sur le même pied que celles du genou ou du coude; car elle ne jouit guère, comme elle, que de deux mouvements, l'*extension* et la *flexion*. La li-

berté extrême du pouce et ses mouvements si importants d'opposition sont dus à la mobilité exceptionnelle du métacarpien correspondant et non pas à la circumduction de l'articulation métacarpo-phalangienne, mouvement qui nous semble, au contraire, bien borné; en un mot, l'appareil phalango-sésamoïdien se meut de toute pièce sur la tête du métacarpien, soit en avant, soit en arrière, comme le tibia ou le cubitus se meuvent sur les extrémités du fémur ou de l'humérus, et cette physiologie nous amène à conclure que les os sésamoïdes se trouvent réunis à la première phalange au même titre que la rotule doit être annexée à l'extrémité supérieure du tibia, et que toute la cavité sigmoïde du cubitus l'est également à la diaphyse de l'os.

Des tendons s'insèrent aux os sésamoïdes de la première articulation métacarpo-phalangienne ou se trouvent en connexion avec eux. Ce sont d'abord les tendons des deux petits faisceaux du court fléchisseur du pouce qui vont se fixer sur les deux os sésamoïdes; aussi ce muscle devrait-il porter plutôt le nom de *trapézo-sésamoïdien*. Le muscle court adducteur va s'insérer aussi à l'os sésamoïde interne; enfin, dans l'intervalle des deux faisceaux du court fléchisseur, c'est-à-dire entre les deux sésamoïdes, et appliqué sur la concavité antérieure du ligament glénoïdien, passe le tendon du long fléchisseur du pouce dans une gaîne spéciale.

Il est très-rare de voir les deux os sésamoïdes de l'articulation métacarpo-phalangienne faire défaut ou être remplacés par *un seul transversal*, qui présente alors un peu les caractères de *celui de l'articulation phalango-phalangettienne* qu'il me reste à décrire.

Le *troisième os sésamoïde du pouce* occupe sa seconde articulation, et toujours du côté de la flexion. Moins constant et moins volumineux que celui qui lui correspond au gros orteil (fig. 7, 8, 9), il n'est pas arrondi, mais bien allongé transversalement comme un petit grain de blé ou de café. Appliqué, suivant son grand axe, dans la concavité palmaire de la poulie phalangienne, il a ses deux extrémités reliées aux côtés de la phalange par deux petits ligaments; de sa partie supérieure part aussi un trousseau fibreux qui va se confondre avec la gaîne du long fléchisseur

propre qui passe en avant de ce *sésamoïde phalango-phalangettien* du pouce pour aller s'insérer à la phalange unguéale.

Les *os sésamoïdes métacarpo-phalangiens de l'index et de l'auriculaire* viennent par ordre de fréquence immédiatement après ceux de la première articulation du pouce : ils sont plus constants que celui de la seconde. Il est très-rare de rencontrer ici deux sésamoïdes annexés à chacune de ces articulations et contribuant alors à la formation d'un appareil phalango-sésamoïdien de l'index ou de l'auriculaire, que l'on peut rapprocher de celui du pouce ; quand cela existe, l'un des deux est beaucoup plus petit que l'autre. Généralement leur forme est lenticulaire, ovoïde ou pisiforme.

La place qu'occupe l'os sésamoïde de l'index ou de l'auriculaire nous a paru toujours en rapport avec la conformation du squelette de la tête du deuxième et du cinquième métacarpien ; on sait, en effet, que le condyle de la tête de ces os est plus allongé en haut, vers la partie externe pour le deuxième, vers la partie interne pour le cinquième, de façon à donner lieu à un prolongement ou apophyse articulaire toujours appréciable; c'est sur ce prolongement que roule la facette articulaire du sésamoïde du deuxième et du cinquième doigt.

Nous pouvons donc dire (et pour nous c'est presque une loi absolue) que l'*os sésamoïde métacarpo-phalangien de l'index est constamment en dehors, et l'os sésamoïde métacarpo-phalangien de l'auriculaire constamment en dedans*, par rapport à l'axe du corps. Le sésamoïde du cinquième est moins constant que celui du deuxième et toujours beaucoup moins gros que lui ; tous deux sont logés dans l'épaisseur du ligament glénoïdien. Comme ils correspondent par leur face articulaire à une surface ovoïde, ils devaient être *plus allongés dans le sens vertical* et légèrement concaves : c'est ce qu'on observe, en effet, spécialement pour l'os sésamoïde de l'index.

Quant aux autres articulations métacarpo-phalangiennes et phalangiennes des doigts, il est extrêmement rare d'en trouver même un seul ; jamais on n'en rencontre deux simultanément à l'une d'elles. Nous finissons donc cette étude des os sésamoïdes de la main en disant que leur nombre n'est généralement que de

quatre (deux au pouce, un à l'index, un au cinquième), quelquefois cinq, mais ne dépasse jamais six. Soemmerring prétend qu'il les a toujours trouvés, et Albinus, dans son *Hist. muscul.*, Ic. 1, 2 et 3, dans sa *Tab. muscul.* et sa *Tab. sceleti*, XXII, en a figuré cinq. S. G. Ilg (*Anatomische Monographie der Sehnenrollen und Sesambeinchein beim Menschen und bei Thieren.* Prague, 1823; in-4°), qui s'est occupé des os sésamoïdes non-seulement chez l'homme, mais chez les animaux, dit, page 3 (mais je crois que ce fait d'observation n'est pas d'une exactitude parfaite), que ordinairement ils manquent tout à fait aux quatre doigts externes; que parfois seulement on en rencontre à l'indicateur, au petit doigt et au petit orteil, dans la poulie tendineuse de l'articulation de la première phalange.

§ 3. Os sésamoïdes péri-articulaires du pied (fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.)

Les os sésamoïdes du pied sont moins nombreux, mais plus gros que ceux de la main; situés également au niveau de la face plantaire des articulations métatarso-phalangiennes, ils ne sont guère que trois ou quatre. Nous allons commencer par décrire les *deux constants*, c'est-à-dire ceux de la première articulation du gros orteil; puis nous dirons un mot du sésamoïde phalango-phalangettien du même orteil, et, enfin, de ceux beaucoup plus rares des autres articulations métatarso-phalangiennes.

Os sésamoïdes du gros orteil. — Appareil phalango-sésamoïdien du gros orteil (fig. 4, 5, 6). — Malgaigne, dans son *Anatomie chirurgicale*, page 878, dit: « Les gouttières de la tête du premier métatarsien reçoivent deux os sésamoïdes à leur partie inférieure; *il y en a, en outre, un troisième au côté interne.* » Dans sa médecine opératoire, le même auteur, rappelant quelques considérations anatomiques à propos de l'amputation des orteils, répète encore qu'il y a d'ordinaire pour le gros orteil trois os sésamoïdes, *deux inférieurs et un interne.* J'avoue n'avoir jamais rencontré, sur plus de deux cents pieds que j'ai examinés, ce troisième os sésamoïde interne; quand nous en avons trouvé un troisième au niveau de l'articulation métatarso-phalangienne du

gros orteil, il était beaucoup plus petit, du volume d'un grain de chènevis, sans surface articulaire et toujours logé, comme j'en ai représenté un exemple fig. 10, entre les deux os principaux et à la partie postérieure de l'écartement qu'ils laissent entre eux.

Les deux sésamoïdes métatarso-phalangiens du gros orteil (fig. 4) *sont de tous ces os les plus volumineux et les plus constants; situés* dans l'épaisseur du fibro-cartilage antérieur *ils vont, toujours par paire;* ils peuvent être de grosseur inégale, mais jamais nous n'en avons rencontré qu'un isolé; leur configuration ne rappelle encore que bien incomplétement celle des grains de sésame. Leur forme et leur volume beaucoup plus considérable (ils sont peut-être dix fois plus gros) les différencient immédiatement de ceux du pouce. Quoique n'étant pas toujours d'une régularité parfaite, ils sont à peu près *demi-ovalaires* ou plutôt *demi-ovoïdes.* Supposez, pour les plus volumineux, un tout petit œuf de chardonneret auquel on aurait enlevé, d'une façon curviligne, un bon tiers de son épaisseur, et vous aurez la forme qu'ils affectent. D'autres fois ils rappellent la *configuration du haricot,* parfois encore ils sont *tout à fait arrondis;* à l'exemple de ceux du pouce, ils ne sont *pas exactement semblables* l'un à l'autre, mais la différence n'y est pas aussi prononcée. Cependant notre observation nous a amené à conclure que constamment l'*externe* (fig. 4, 5, 6-*b*) *est plus arrondi et plus saillant en arrière, l'interne* (*a*) *est plus ovalaire, plus allongé* dans le sens antéro-postérieur.

Cette différence de forme, jointe à ce fait de position qu'ils s'écartent l'un de l'autre en allant du métatarsien vers la phalange, c'est-à-dire qu'ils laissent entre eux un intervalle triangulaire à base antérieure et à sommet postérieur, ces deux caractères, dis-je, m'ont permis presque toujours, *quand bien même ces os sésamoïdes étaient séparés de la phalange et du gros métatarsien,* de reconnaître à quel pied ils appartenaient. Les *dimensions* qu'ils présentent sont variables : beaucoup plus volumineux chez l'homme que chez la femme, à mesure qu'on avance en âge ils prennent des proportions plus notables, ils s'aplatissent, se déforment et revêtent un caractère pathologique sur lequel je reviendrai bientôt.

Voici les dimensions que nous avons rencontrées le plus souvent sur ces os non déformés :

Pour l'interne...	Diamètre longitudinal....	=	12^{mm}, 13^{mm}, 15^{mm}.
	Diamètre transversal.....	=	9 9,5 11
Pour l'externe...	Diamètre longitudinal....	=	9 à 10 millimètres.
	Diamètre transversal	=	7 à 9 —

Chacun d'eux présente, non plus, comme pour la main, une face antérieure et postérieure, mais : 1° *une face inférieure* (fig. 10) *convexe, non articulaire*, légèrement rugueuse en rapport immédiat avec le fibro-cartilage inférieur, et sur laquelle viennent s'attacher les tendons du court adducteur et du court fléchisseur du gros orteil pour l'interne et ceux de ce dernier et des abducteurs oblique et transverse pour l'externe. En dedans, c'est-à-dire près de la ligne de séparation des deux os, cette face présente une dépression lisse qui, jointe avec celle de l'os opposé, donne une gouttière où glisse le tendon du long fléchisseur propre du gros orteil; 2° une *face supérieure articulaire* (*a*, *b*, fig. 4, 5, 6) inclinée du côté de l'axe antéro-postérieur de l'articulation, *concave*, lisse, encroûtée de cartilage diarthrodial et sur laquelle, à l'exemple de la grande cavité sigmoïde du cubitus, on remarque une *crête mousse* séparant deux surfaces légèrement concaves, inclinées l'une sur l'autre et destinées à se mouler sur la partie inférieure de la tête du gros métatarsien. Quant à la *circonférence*, on y rencontre aussi la rainure que nous avons signalée pour les sésamoïdes du pouce. Enfin, le plus souvent, en raison de l'aspect *cupuliforme* de leur face articulaire, les os sésamoïdes du gros orteil, et principalement l'interne, offrent *deux extrémités plus ou moins recourbées* et destinées à rendre plus complet encore l'emboîtement de ces os avec le métatarsien.

Appareil phalango-sésamoïdien du gros orteil (fig. 5). — Bien plus encore que pour les os correspondants de la main, il est utile d'envisager les os sésamoïdes, non plus isolément, mais dans les rapports qu'ils affectent avec les os voisins. Ici, en effet, on est frappé de l'énorme disproportion qui existe entre la tête du gros métatarsien (fig. 6, *c*) et la surface articulaire de la phalange; elle est telle que sur le squelette cette tête déborde la

phalange en arrière au moins des deux tiers de sa surface. Ce sont les os sésamoïdes qui, réunis entre eux d'une part et d'autre part à la première phalange sont chargés de constituer l'*appareil phalango-sésamoïdien du gros orteil*, c'est-à-dire une vaste cavité articulaire de réception dont on se fait immédiatement une idée exacte en ouvrant une de ces articulations par la face dorsale et en écartant un peu les surfaces l'une de l'autre; on voit alors une *charnière* bien autrement prononcée que pour l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce et qui doit être comparée, au point de vue de sa constitution anatomique et de sa physiologie, soit à une double articulation tibio-fémorale (la rotule pouvant être considérée comme une dépendance du tibia et l'analogue de l'olécrâne), soit plutôt à une double articulation du coude.

En effet, c'est la plus petite portion de la tête métatarsienne qui correspond à la cavité glénoïdale de la phalange; le reste, c'est-à-dire les deux tiers inférieurs de cette tête, représente une *double trochlée* avec saillie médiane, mitoyenne aux deux poulies, s'appuyant sur l'intervalle des sésamoïdes et avec rainures latérales (l'interne est plus considérable) où glissent les faces supérieures de ces petits os. La crête mousse du sésamoïde correspond au fond de la rainure, et les deux faces inclinées en sens opposés correspondent aux deux parties également inclinées de la gorge de chaque poulie. Nous retrouvons donc ici un *type de double articulation trochléenne* ou *double ginglyme*, et nous sommes également ramené à cette manière de voir par la physiologie de cette articulation qui ne présente en réalité que deux mouvements, celui de flexion et d'extension.

Pour se faire une idée de la double poulie que représente l'ensemble de ces surfaces articulaires, séparez la figure 6 par un plan médian vertical passant par la crête médiane de la tête du métatarsien, et l'aspect d'une trochlée placée de chaque côté de ce plan sera très-manifeste.

Bien que sur le squelette articulé on ait coutume d'attacher toujours les os sésamoïdes à la tête du gros métatarsien, nous pouvons dire qu'ils appartiennent en propre à la première phalange du gros orteil. Les deux preuves suivantes suffisent, selon

nous, pour établir ce principe : 1° *les os sésamoïdes réunis à la première phalange se meuvent uniquement avec elle, soit en avant, soit en arrière, sur la tête du métatarsien qui reste complétement immobile ; 2° dans les déplacements pathologiques ou traumatiques, les os sésamoïdes suivent toujours la phalange et se déplacent avec elle et non avec le métatarsien.*

Les os sésamoïdes se relient donc à la première phalange, dont dont ils ne sont qu'une dépendance, comme la rotule fait partie du tibia et non du fémur, comme l'olécrâne fait partie du reste du cubitus. Laissez sécher une articulation métatarso-phalangienne, coupez les tissus fibreux de la face dorsale pour entrer dans l'article, écartez les deux os légèrement et vous serez frappé immédiatement de la grande analogie de notre *appareil phalango-sésamoïdien* avec une double extrémité supérieure du cubitus. En effet, vous trouverez en arrière la saillie des sésamoïdes semblable à celle de l'olécrâne, et présentant même une extrémité crochue comme cette dernière apophyse, en avant une cavité articulaire dont la surface glénoïdale représente celle de l'apophyse coronoïde et dont la surface sésamoïdienne est l'analogue de celle de la cavité sigmoïde de l'olécrâne ; puis, dans cette cupule, et s'emboîtant parfaitement avec elle la tête du gros métatarsien, l'analogue de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Le ligament par excellence des os sésamoïdes du gros orteil est le *fibro-cartilage inférieur* dans lequel ils sont comme incrustés, mais ils possèdent aussi comme ceux du pouce des *ligaments intrinsèques* (fig. 6), qui les fixent, soit à la phalange, soit au métatarsien, soit entre eux. Le *ligament intersésamoïdien* est un feutrage fibreux transversal allant d'un os à l'autre et très-mince, ses deux bords libres sont légèrement curvilignes. Les *deux ligaments latéraux* vont aux côtés de la phalange, mais surtout ils se fixent à un arc fibreux transversal dont les extrémités s'attachent à ce dernier os; entre ces os et la phalange on voit un intervalle triangulaire où la synoviale est très-apparente et frangée. Le *ligament métatarso-sésamoïdien* (fig. 6) est extrêmement considérable ; il est visible surtout quand on tend en tirant, comme cela a lieu pour la figure 6, les deux surfaces

articulaires en sens opposé; on voit toujours alors se détacher de la partie postéro-interne de la tête du métatarsien un trousseau fibreux très-épais qui se bifurque pour aller s'attacher aux deux sésamoïdes; à la branche de bifurcation externe vient se réunir un autre ligament qui se détache de la partie postéro-externe de la tête métatarsienne. Ces deux ligaments ont quelque analogie avec les ligaments croisés de l'articulation du genou et concourent encore à empêcher les mouvements de latéralité de l'appareil phalango-sésamoïdien.

L'*os sésamoïde de la seconde articulation du gros orteil* ou *os sésamoïde phalango-phalangettien* (fig. 7, 8 et 9) est plus constant que ceux des articulations métatarso-phalangiennes des quatre derniers orteils; il est toujours unique, médian, couché transversalement au-dessus du tendon du fléchisseur propre du gros orteil; ayant la grosseur et la forme d'un grain de café (fig. 8) ou plutôt d'un *grain de blé*, il offre une *face inférieure* convexe et rugueuse, une *face supérieure* articulaire encroûtée de cartilage et divisée, par une crête transversale constante, en deux facettes : l'une antérieure s'articulant avec la phalangette, l'autre (fig. 7, *a*) postérieure plus considérable correspondant à la partie la plus inférieure de la poulie articulaire (*b*) de la tête de la première phalange. Des deux extrémités, dont l'une est plus effilée que l'autre, partent deux ligaments qui le fixent à la phalangette (*d*). Cet os sésamoïde fait partie de la dernière phalange avec laquelle il se meut (fig. 9) sur l'extrémité antérieure de la première (*b*), et avec laquelle il forme un petit appareil analogue au précédent (*appareil phalangetto-sésamoïdien*).

En résumé le gros orteil présente le plus souvent trois os sésamoïdes (deux à l'articulation métatarsienne, un à l'articulation phalangettienne), quelquefois il y en a un quatrième logé dans la partie postérieure de l'écartement des deux os principaux.

Quant aux sésamoïdes des quatre derniers orteils, ils sont extrêmement rares; les seuls qu'il nous ait été donné de voir sont ceux du deuxième et du cinquième; ils sont presque toujours isolés, mais bien moins fréquents et moins volumineux que ceux qui leur correspondent à la main. Le sésamoïde de l'articulation

métatarso-phalangienne du deuxième orteil nous a paru plus allongé dans le sens antéro-postérieur et situé plus en dedans, c'est-à-dire plus près du gros métatarsien; il affecte en cela la même disposition qu'à la main, si l'on envisage cet appendice la face palmaire appuyée sur un plan, position qui est normale pour le pied.

§ 4. Structure.

Les os sésamoïdes offrent la structure des os courts, c'est-à-dire qu'ils sont constitués exclusivement par du *tissu spongieux* ou *aréolaire* infiltré d'une grande quantité de graisse et recouverts d'une enveloppe ou lame mince de *tissu compacte* qui forme à la surface comme une espèce de vernis d'une minime épaisseur. L'aspect fibrillaire que l'on rencontre parfois dans leur intérieur n'est pas dû, comme certains auteurs tendent à l'affirmer, à ce que ces os ne proviennent que du tissu fibreux dont ils sont une ossification; il doit être attribué aux prolongements minces de tissu compacte qui s'entrecroisent en divers sens pour former la substance aréolaire. Ce tissu spongieux est quelquefois beaucoup plus serré que celui qui forme d'ordinaire les os courts; il est même parfois très-dense, surtout chez les sujets adultes, et infiltré d'un suc huileux.

§ 5. Développement.

Les os sésamoïdes ne sont le résultat ni d'une ossification d'un tendon, ni de celle du tissu fibreux péri-articulaire; ils constituent des *os véritables qui proviennent d'un cartilage préexistant;* ce dernier reste longtemps à l'état de cartilage et ce n'est que plus tard, au bout de quelques années, que l'on voit au milieu de son épaisseur une tache, un germe osseux apparaître et augmenter de grosseur à mesure que le sujet avance en âge: leur développement a donc lieu par un seul point qui est généralement central, et est soumis aux lois ordinaires du second mode d'ossification décrit par M. le professeur Robin, c'est-à-dire le mode par *substitution.*

Existent-ils dans le très-jeune âge?

Boyer prétend qu'on n'en voit aucune trace chez les enfants; les quelques auteurs, après lui, qui disent un mot des os sésamoïdes, répètent cette assertion. Nous avons examiné un très-grand nombre d'enfants à terme et jusqu'à l'âge de deux ans, et voici ce que nous pouvons conclure : Non, chez le fœtus, chez l'enfant nouveau-né, chez l'enfant jusqu'à l'âge de dix-huit mois, deux ans, les os sésamoïdes ne sont pas développés en tant qu'os véritables comme chez les adultes, *mais la place de ces os est toujours marquée.* C'est là un point qui différencie les os sésamoïdes de la rotule, car on sait que ce dernier os commence déjà à se former dès la vie intra-utérine.

Ouvrez par la face dorsale une articulation métatarso-phalangienne du pouce chez un enfant nouveau-né, vous verrez profondément un fibro-cartilage en forme d'arc ou de *fer à cheval* (*arc sésamoïdien cartilagineux de l'enfant*) renflé à ses deux extrémités au niveau desquelles seulement l'os sésamoïde apparaîtra sous l'aspect d'une petite *goutelette osseuse d'un blanc mat*, et qui ne sera bien visible que par la dessiccation. Un peu plus tard, si vous répétez le même examen, la place de ces os est si bien marquée que vous croyez à leur présence en raison des deux petites taches blanches qui existent toujours à l'état frais; mais ce n'est là qu'une illusion d'optique fournie par le cartilage, car ce dernier en se desséchant perd sa couleur blanchâtre et devient translucide; seulement les deux points où l'on croyait voir déjà des os sésamoïdes et où il devait s'en développer plus tard, sont remarquables par deux *petites fossettes*, deux *petites cupules* plus minces que le reste du tissu fibreux périphérique, et qui représentent en miniature les excavations articulaires des gros sésamoïdes de l'adulte.

Au point de vue du développement de ces os, nous devons dire qu'il n'y a rien de bien régulier : une chose qui nous semble avérée est que leur place est indiquée de très-bonne heure, mais que l'ossification ne commence que tard; les pressions, le frottement auxquels sont soumis les endroits où on les voit apparaître, jouent sans contredit un rôle dans leur formation. Chez l'enfant, placés encore dans des conditions rudimentaires, ils deviennent de plus

en plus apparents à mesure qu'on avance en âge : leur degré de développement se trouve donc en raison directe de ce qui se passe dans tous les tissus qui environnent ces os. En effet, si tous les organes périphériques, métacarpien, métatarsien, phalange, muscles, tendons, etc., ne prennent qu'un accroissement médiocre, les os sésamoïdes restent rudimentaires pendant toute la vie; ils se développent au contraire beaucoup plus si les organes voisins, par suite d'influences diverses, la marche, par exemple, prennent un volume plus considérable.

Généralement, à mesure que le sujet vieillit, l'os sésamoïde perd sa forme arrondie, il se creuse et s'élargit; ses apophyses deviennent plus saillantes, et il présente des rugosités qui n'existaient pas dans la jeunesse.

§ 6. Usages des os sésamoïdes péri-articulaires.

Je ne veux pas revenir sur le rôle important que j'ai fait jouer aux os sésamoïdes dans les deux mouvements qui s'effectuent entre cette double trochlée, représentée par la partie inférieure de la tête du premier métacarpien ou métatarsien, et l'appareil phalango-sésamoïdien, je dirai seulement que ces os fixent la position respective des différentes parties de l'articulation à laquelle ils appartiennent et les rapports mutuels de ces parties. Ils jouent aussi un rôle au point de vue de l'anatomie des formes et sont, en un mot, de petits îlots osseux au service et à la disposition des organes qui les entourent. Nous leur reconnaîtrons trois usages principaux :

1° Ce sont de petites enveloppes solides *destinées à protéger les articulations qui ont à supporter les pressions les plus fortes et le plus fréquemment répétées.* A la main ils préviennent le heurt trop violent des corps qu'une préhension rapide vient pousser vers l'articulation métacarpo-phalangienne. Au pied, les deux gros sésamoïdes du premier orteil servent évidemment à la *station* et à la *locomotion;* c'est par leur intermédiaire, en effet, que la tête du gros métatarsien appuie par terre. Ces os constituent donc une des trois parties du trépied par lequel la plante

du pied repose sur le sol ; si vous enlevez les deux sésamoïdes, et je l'ai fait souvent sur le cadavre, la tête du gros orteil ne se trouve plus aussi élevée et quitte la cavité phalangienne qui la déborde en haut ; le bord interne du pied se rejette fortement en dedans et il se produit un pied plat, légèrement valgus ; donc les os sésamoïdes du pied remplissent un usage relatif à la station et la locomotion qu'ils semblent favoriser et que leur présence rend plus commode.

2° Le rôle de *protecteurs des tendons* qui glissent à leur niveau nous semble un peu accessoire.

3° Un troisième usage qui nous paraît au contraire assez important est le suivant : *Ils fournissent des points d'appui à certains muscles de la main et du pied*, *opèrent la transformation des mouvements* qui, grâce à leur présence, deviennent plus énergiques, plus étendus et plus précis, et *servent enfin de poulies de renvoi à certains tendons* dont ils changent un peu la direction et modifient par conséquent l'action en les dirigeant vers les lieux où il convient que les forces agissent.

§ 7. Pathologie des sésamoïdes.

Il est très-fréquent de voir les os sésamoïdes, et je parle exclusivement ici de ceux du gros orteil, soit *par l'âge*, soit par l'effet mécanique d'une *station prolongée* ou de *marches forcées*, il est très-fréquent, dis-je, de les voir se déformer, s'excaver plus dans un sens que dans l'autre, offrir au niveau de leur circonférence des épines ou productions osseuses nouvelles, perdre leur cartilage diarthrodial, s'éroder, s'éburner, en un mot, présenter des altérations diverses qui sont d'autant plus croissantes qu'il existe là une cause persistante, le rapport constant avec le métatarsien et la pression sur le sol ; dans tous les cas, on voit la phalange et surtout la tête du gros métatarsien participer, plus ou moins, à ces altérations qui sont d'autant plus prononcées que la diathèse arthritique s'ajoute souvent aux causes mécaniques précédentes.

S'aplatissant et s'étalant en même temps qu'ils se creusent, les os sésamoïdes viennent se mettre en rapport immédiat, l'un avec

l'autre, c'est-à-dire que l'intervalle triangulaire qui les sépare normalement disparaît; leurs bords s'engrènent, s'enchevêtrent, mais il n'y a jamais fusion, soudure complète de ces deux os.

Nous avons fait représenter (fig. 14) une *arthrite déformante*, *arthrite sèche* de l'articulation métatarso-phalangienne que nous avons recueillie chez un homme de plus de soixante ans. Les os sésamoïdes (*a*, *b*) sont extrêmement déformés, beaucoup plus larges et très-excavés. Ils offrent une foule d'irrégularités à leur circonférence et n'ont plus trace de cartilage, mais, quoiqu'ils soient accolés l'un à l'autre de façon à présenter avec la phalange (*d*) une concavité plus grande que la surface glénoïde du scapulum, ils ne sont pas complétement soudés. Toutes ces altérations sont bornées à la face supéro-antérieure, car au niveau de la face inférieure ces os sont presque normalement constitués; ils semblent donc avoir été écrasés. La surface glénoïde (*d*) de la phalange est agrandie, dépouillée de cartilage, éburnée, mais les lésions y sont bien moins prononcées que sur la tête du métatarsien (*c*), qui est très-déformée, surtout au niveau de sa partie externe. Là on trouve que la poulie s'est écrasée, déprimée dans le sens antéro-postérieur, pour répondre à l'os sésamoïde correspondant, qui est plus excavé et allongé dans le même sens. Sur cette tête, qui n'offre plus trace de cartilage, se rencontrent des sinuosités, de petites irrégularités, des stalactites osseuses; en un mot, les altérations sont plus manifestes sur les os sésamoïdes et la tête du métatarsien que sur la première phalange.

La seconde figure (fig. 15) représente une déviation du gros orteil droit en dehors chez une vieille femme. Dans cette luxation pathologique incomplète, dont nous ne connaissons pas la cause (était-elle due à la chaussure?), car nous l'avons rencontrée sur un cadavre, le gros orteil était fortement porté en dehors; mais ce n'était pas seulement la phalange qui s'était déplacée : c'était *tout l'appareil phalango-sésamoïdien* (*a*, *b*, *c*); les os sésamoïdes (*a*, *b*) avaient suivi, comme cela a lieu toujours, la phalange, et s'étaient projetés en dehors avec elle. Sur cette figure on remarque la saillie postérieure de ces os dont l'in-

terne ne correspond plus qu'à la poulie externe de la tête (*c*) du métatarsien. Quant à l'externe (*a*), il est fortement porté en dehors et répond à la partie postéro-externe de cette tête qui fait saillie en dedans où on la voit légèrement hypertrophiée (*c*, fig. 15).

Dans les cas de *luxations traumatiques* en arrière, soit de la première phalange du pouce, soit de celle du gros orteil, les os sésamoïdes suivent le déplacement de cette phalange en arrière de la tête du métacarpien ou du métatarsien ; on a par conséquent affaire, non pas simplement à la luxation de la phalange, mais au déplacement complexe de tout l'appareil phalango-sésamoïdien : c'est là encore une nouvelle preuve tirée de la pathologie que les os sésamoïdes font partie de la première phalange et doivent être envisagés simultanément avec elle. La dénomination qu'il faut donner à ces sortes de luxations ne doit donc pas être seulement : luxation de la première phalange, mais bien : *luxation phalango-sésamoïdienne*.

La difficulté de la réduction de ces sortes de déplacements peut être due au moins autant à la présence des os sésamoïdes déplacés qu'à l'étranglement de la tête du métacarpien dans la boutonnière formée par les deux portions du court fléchisseur. En effet, ces os passant en arrière avec le ligament fibro-cartilagineux dont ils font partie, sont des portions osseuses dont il n'est pas du tout commode, par les moyens que nous avons à notre disposition, de favoriser le retour dans leur position normale, c'est-à-dire au niveau de l'articulation bitrochléenne du métacarpien ou du métatarsien. Depuis les recherches de Ballingall, de Malgaigne, de M. Pailloux, cité par ce dernier auteur (*Traité des luxations*, p. 734) et par Blandin (*Anat. topogr.*, p. 555), il paraît avéré que l'obstacle à la réduction dans la luxation de la première phalange du pouce en arrière, est dû : 1° à l'étranglement de la tête métacarpienne dans la boutonnière du court fléchisseur ; 2° à la présence du ligament antérieur, entraîné en arrière par la phalange et qui se trouve porté entre les surfaces articulaires ; mais nous croyons que : 3° cette difficulté est singulièrement augmentée *par la présence, dans ce ligament*

antérieur, *des os sésamoïdes dont la position vicieuse est maintenue d'une façon énergique par la contraction des deux faisceaux du fléchisseur* qui s'insèrent, comme nous l'avons vu, sur la face convexe de ces os. Malgaigne dit « que Ad. Lawrie a décrit avec soin une pièce dans laquelle la phalange, luxée en arrière et en dedans, remontait d'environ un pouce sur le métacarpien : *le ligament antérieur*, arraché de ce dernier os, *avait suivi la phalange avec les os sésamoïdes.* »

Ce déplacement simultané des os sésamoïdes et de la phalange, s'effectue aussi bien pour le pied que pour la main. En effet, A. Cooper, au témoignage d'Adair Lawrie (*London medical Gazette*, 1838, 1er vol., p. 96), a vérifié que la *difficulté de réduction dans les luxations phalango-métatarsiennes provient des os sésamoïdes.* Dans la *Pathologie chirurgicale* de M. Nélaton (publiée par le doct. Péan, 1870), il est dit, t. III, p. 324, que sur un sujet qui présentait une luxation en haut et en dedans, M. Notta a trouvé au bord interne de la phalange, près de sa face plantaire, *une saillie osseuse constituée par les os sésamoïdes.*

Il semble, d'après trois faits rapportés par Malgaigne, que les os sésamoïdes du gros orteil puissent *se luxer isolément*, mais les exemples qu'il cite à l'appui ne nous paraissent guère concluants; les voici : suivant James, vers 1733, un médecin d'Oxford, consulté par une dame qui était sujette à de fréquents accès convulsifs contre lesquels tous les remèdes avaient échoué, déclara qu'ils provenaient de la *luxation d'un des os sésamoïdes*, et conseilla l'amputation du gros orteil. La dame s'y décida et fut guérie. Pouteau (*Mélang. chir.*, p. 425) a vu, dit-il, la *luxation des os sésamoïdes* du gros orteil amener le tétanos et la mort.

Enfin, dans un troisième cas, il est dit que M. Piédagnel avait été atteint lui-même d'un *déplacement de l'os sésamoïde* du deuxième orteil, qui glissait encore sous le troisième. Pour remettre l'os en place il suffisait de remuer le pied de côté et d'autre. Etait-ce bien là une luxation sésamoïdienne? Il est permis d'en douter; quoi qu'il en soit, après dix années de souffrance, M. Piédagnel eut l'idée de porter des chaussures très-étroites, dès lors ce déplacement ne revint plus.

Disons, en terminant, que l'obstacle apporté par les os sésamoïdes à la désarticulation du pouce, et qui a été mentionné par quelques auteurs, ne nous paraît pas de nature à arrêter le chirurgien ; la plupart du temps le couteau ne les rencontre pas, à moins qu'ils ne soient déplacés latéralement avec la phalange. Si l'on était gêné par ces saillies osseuses, ce qui arrive bien rarement, il suffirait de porter l'instrument tranchant un peu en avant et en bas, une fois la désarticulation de la phalange opérée.

CHAPITRE II

OS SÉSAMOÏDES INTRA-TENDINEUX.

Les os sésamoïdes intra-tendineux (fig. 11, 12, 13 et 16) sont bien différents des mêmes osselets péri-articulaires, par leur nombre, leur situation, leur forme, leur volume et surtout leur peu de constance. Ils sont presque exclusivement réservés au membre inférieur; cependant Blandin dit (*Anat. descrip.*, 1838, t. I, p. 216) qu'il a trouvé un os sésamoïde très-beau à la partie inférieure de l'avant-bras *dans le tendon du muscle second radial externe* d'un individu qui portait depuis longtemps un cal vicieux suite d'une fracture du radius ; dans les mouvements de l'avant-bras, une apophyse saillante du radius frottait rudement contre ce tendon, là où l'os sésamoïde s'était développé. Nous avons déja cité un os sésamoïde rencontré *à la partie inférieure du triceps trachial.*

Les tendons qui en sont le plus fréquemment le siége sont ceux du *long péronier latéral*, *du jambier postérieur*, *du muscle jumeau externe*, *du jambier antérieur;* on en rencontre quelquefois dans le *ligament*, très-fort et très-dense, *calcanéo-scaphoïdien inférieur* de l'articulation astragalo-scaphoïdienne. Lieutaud dit en avoir observé (*Anat. historique*, f. 1, 1776, p. 162) *à la partie inférieure du péroné et sur l'os du talon.*

Le développement de ces os sésamoïdes est bien dû ici à un travail d'irritation physiologique qui résulte du frôlement inces-

sant de ces tendons sur les os, ou, réciproquement, de ceux-ci sur les premiers. Cela est si vrai que, plus on les recherche chez des individus avancés en âge, plus on a de chance de les y rencontrer : *chez le fœtus et l'enfant il n'en existe aucune trace.* Peu à peu, par le frottement, le tendon s'élargit, s'aplatit, devient plus dense. Il se produit à ce niveau et dans son épaisseur un épaississement d'abord fibro-cartilagineux, c'est l'*os sésamoïde intra-tendineux cartilagineux* ; il peut rester ainsi toute la vie, mais sous certaines influences, toujours de nature mécanique, il se dépose des molécules osseuses dans l'intérieur de ce noyau qui se constitue *os sésamoïde osseux.*

Bien qu'on rencontre dans leur tissu l'élément fondamental de l'os, l'ostéoplaste, nous hésitons un peu à considérer ces corps comme de véritables os, en raison des irrégularités multiples qu'ils présentent dans leur constitution et leur manière d'être, et surtout en raison de leur peu de constance; nous leur donnerons plutôt la dénomination d'*ostéides*, qui entraîne l'idée de production osseuse accidentelle avec cette restriction que ces produits osseux, quand ils se développent, se manifestent constamment dans les mêmes tendons.

Ces ostéides sont toujours *situés* assez près du point d'insertion du tendon, quelquefois même au niveau de cette insertion : c'est ainsi que l'*os sésamoïde du long péronier latéral* se trouve placé au niveau de la gouttière du cuboïde ; il reste souvent pendant toute la vie à l'état de noyau fibro-cartilagineux; aussi est-ce bien à tort que Meckel, lui donnant trop d'importance, a voulu le considérer au pied comme le représentant de l'os pisiforme. Quant à l'ostéïde, que l'on peut rencontrer encore dans l'épaisseur de ce même tendon, près de sa première réflexion, c'est-à-dire au niveau de la malléole externe, il est extrêmement rare. Chez les singes, l'os sésamoïde du péronier latéral est très-volumineux, puisque, chez des individus de petite taille, nous l'avons trouvé au moins aussi gros que ceux du pouce de l'homme, constant et ayant la forme d'un trois-quarts d'ovoïde régulier ; il possède une face véritablement articulaire un peu convexe et qui répond à une facette également encroûtée de cartilage de la partie inférieure du cuboïde,

Celui du *jambier postérieur* se trouve sous le ligament *calcanéo-scaphoïdien inférieur*, en regard du noyau resté presque toujours *fibro-cartilagineux* de ce dernier ligament.

Tous ces os sésamoïdes sont contenus *dans l'épaisseur du tendon*, mais non pas au centre; toujours une portion du tissu fibreux est plus épaisse sur la face qui est externe que sur l'interne, c'est-à-dire celle de frottement correspondant à des os ou à des ligaments; nous les avons vus se développer sur un des bords du tendon. Leur *forme* n'offre aucune régularité : tantôt c'est un *petit granule* plus aplati d'un côté que de l'autre, tantôt, et c'est ce qui arrive le plus souvent, il est *ovoïde*, c'est-à-dire plus allongé dans un sens, comme un gros *grain de blé* ou du volume et de la forme d'une *canine*, avec une extrémité plus arrondie et souvent avec un étranglement vers la partie moyenne.

Nous avons fait représenter (fig. 13) un sésamoïde du tendon du tibial postérieur rappelant la forme d'un cœur.

Ils n'ont pas, à proprement parler, de face articulaire, mais cependant ils offrent le plus souvent une surface plus aplatie que l'autre. Le plus volumineux, le plus régulier sans contredit, et celui qui offre le plus d'analogie avec les os sésamoïdes péri-articulaires du gros orteil, est l'*os sésamoïde du tendon du muscle jumeau externe* (fig. 16). Boyer (*Traité d'anat.*, 1815, t. I, p. 448) dit : « On en trouve ordinairement deux à la partie postérieure de l'articulation du genou, un sur chaque condyle du fémur. » Nous croyons qu'il y a dans l'affirmation de ce grand homme une légère exagération pour le nombre de ces os; jamais nous n'avons rencontré d'os sésamoïde au niveau du condyle interne du fémur; mais, par contre, nous en avons trouvé assez souvent un, principalement sur les vieillards, *dans le tendon d'insertion du jumeau externe*; nous pouvons affirmer même que lorsqu'il existe un sésamoïde dans les jumeaux, c'est dans l'externe qu'il a toujours son siége de prédilection; il est moins situé dans l'épaisseur même du tendon que dans la portion de la capsule articulaire qui se confond avec ce dernier; il est arrondi et rappelle un peu la configuration d'un de ceux de l'articulation métatarso-phalangienne, il a 1° : *une convexité postérieure* adhérant à la capsule et

au tendon ; 2° *une surface antérieure* plane répondant à la partie la plus élevée du condyle externe du fémur, qui présente à ce niveau une petite facette peu marquée et qui n'a pas été mentionnée par les auteurs. Cette face plane de l'os sésamoïde du jumeau n'est pas véritablement articulaire, car, si on l'examine à l'état frais, elle est masquée par un treillage de fibres très-minces qui appartiennent évidemment au tissu fibreux dans lequel cet os est contenu. Ce petit os est parfois si prononcé qu'avant de procéder à la dissection de la région, il peut donner le change et faire croire à travers la peau à une ostéophyte du condyle fémoral, d'autant plus qu'il est assez difficile, en le palpant à travers les tissus, de lui imprimer des mouvements de latéralité, c'est-à-dire de constater sa mobilité.

L'usage de ces os sésamoïdes intra-tendineux est d'augmenter la force des tendons dans lesquels ils se développent en éloignant leur direction du centre des mouvements; ils rendent en même temps le glissement de ces organes plus facile sur les os au niveau desquels ils se réfléchissent, et ils dirigent la force du muscle vers l'endroit où il convient qu'elle ait le plus d'action.

CONCLUSIONS.

I. Les os sésamoïdes doivent être divisés en péri-articulaires et intratendineux.

II. Les os sésamoïdes péri-articulaires ne sont pas des productions osseuses accidentellement formées dans le tissu fibreux périphérique de certaines articulations des extrémités. Ce sont des os véritables qui naissent d'un cartilage préexistant.

III. Ils sont tous développés du côté de la flexion des articulations.

IV. Six est le nombre maximum des sésamoïdes que l'on rencontre à la main. On n'en trouve guère habituellement que trois ou quatre.

V. Les os sésamoïdes des doigts sont de tous les plus arrondis et surtout les moins volumineux.

VI. Les os sésamoïdes les plus constants sont ceux de l'articu-

lation métacarpo-phalangienne du pouce et métatarso-phalangienne du gros orteil.

VII. L'os sésamoïde externe du pouce est toujours plus allongé transversalement; il peut porter le nom de *scaphoïde* du pouce en raison de la cupule dont est creusée sa face articulaire; il présente toujours en dedans une apophyse conoïde. L'os sésamoïde interne est toujours plus rond, il est *pisiforme*.

VIII. L'os sésamoïde phalango-phalangettien est unique, médian, transversal, en forme de grain de café et présentant une crête qui limite deux petites facettes articulaires inégales.

IX. Le sésamoïde de l'index et celui de l'auriculaire sont toujours situés le plus loin de l'axe de la main; quelquefois il est médian.

X. Les os sésamoïdes du gros orteil sont de tous les plus volumineux.

XI. Six est encore le nombre maximum que l'on rencontre au pied. Le plus souvent on n'en trouve que deux ou trois.

XII. Ils divergent du côté du métatarsien. L'os sésamoïde interne est toujours plus allongé dans le sens antéro-postérieur; il est souvent recourbé à l'une de ses extrémités.

XIII. Les os sésamoïdes du pouce ou du gros orteil constituent avec la première phalange un appareil spécial qu'on peut désigner sous le nom de *glénoïdo* ou *phalango-sésamoïdien* et qui se meut de toutes pièces sur la tête du premier os du métacarpe ou du métatarse.

XIV. L'articulation de l'appareil *phalango-sésamoïdien* avec la tête du métacarpien ou du métatarsien constitue une *double articulation trochléenne*, et non pas une articulation condylienne comme on l'a dit jusqu'à présent.

XV. En effet, sur la tête du métacarpien ou du métatarsien existe une double poulie; à chacune d'elles correspond un os sésamoïde dont l'aspect, comme surface articulaire, surtout au niveau du pied, est celui de la grande cavité sigmoïde du cubitus.

XVI. Les deux seuls mouvements (de flexion et d'extension) dont jouissent ces articulations sont encore une preuve à l'appui de ce que j'avance.

XVII. — Les os sésamoïdes sont plongés dans le fibro-cartilage

antérieur, mais ils ont des ligaments propres qui les unissent entre eux ou avec les os voisins. Le trousseau fibreux le plus fort est le ligament métacarpo- ou métatarso-phalangien, *ligament suspenseur des os sésamoïdes, véritable ligament interosseux.*

XVIII. L'os sésamoïde *phalango-phalangettien* du gros orteil est plus constant et plus volumineux que celui du pouce; il est unique, médian, transversal, prismatique. Quand il n'existe pas, il est toujours remplacé par un épaississement de même forme du ligament fibro-cartilagineux.

XIX. Souvent les os sésamoïdes sont inégaux, mais il est extrêmement rare de n'en voir qu'un seul au pouce ou au gros orteil.

XX. Dans les luxations pathologiques ou traumatiques du pouce ou du gros orteil, c'est l'*appareil phalango-sésamoïdien* qui se déplace en totalité sur la tête du métacarpien ou du métatarsien et non pas seulement la phalange.

XXI. Chez le fœtus et l'enfant, jusqu'à deux ans, il n'y a pas à proprement parler d'os sésamoïdes, mais leur place y est toujours visible; on y remarque souvent un *arc cartilagineux-sésamoïdien* aux extrémités duquel se développeront ces os.

XXII. Ils se développent en raison directe de l'âge, de la vigueur du sujet, des pressions répétées auxquelles ils sont soumis.

XXIII. Ils jouent un rôle au point de vue de la *protection*, de la *solidité*, de la *mobilité* des articulations au niveau desquelles ils se trouvent; au pied ils assurent la station et facilitent la locomotion.

XXIV. Ils opèrent la transformation des forces et donnent plus de puissance aux muscles qui s'insèrent sur leur face convexe.

XXV. Les os sésamoïdes intratendineux sont spéciaux à certains tendons, principalement ceux du membre inférieur qui sont du côté de la flexion.

XXVI. Plus petits que les autres, ils en diffèrent par leur forme plus irrégulière et restent souvent, pendant toute la vie, *os sésamoïdes cartilagineux.*

XXVII. C'est l'os sésamoïde du tendon du muscle jumeau externe qui est de beaucoup le plus volumineux et qui offre le plus de ressemblance avec les os péri-articulaires.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XX.

FIG. 1, 2, 3. — Os sésamoïdes de l'articulation métacarpo-phalangienne (Pouce du côté droit).

FIG. 1. — Os sésamoïdes isolés du métacarpien et de la phalange. — *a*. Os sésamoïde interne, ou pisiforme du pouce. — *b*. Os sésamoïde externe ou scaphoïde du pouce.

FIG. 2. — Os sésamoïdes réunis à la phalange. *Appareil phalango-sésamoïdien du pouce*.

FIG. 3. — Tête du métacarpien du pouce mise en regard de l'appareil phalango-sésamoïdien ; l'articulation a été ouverte par la face dorsale et les surfaces écartées ; ligament interosseux ou métacarpo-sésamoïdien.

FIG. 4, 5, 6. — Os sésamoïdes de l'articulation métatarso-phalangienne (Gros orteil ; côté droit).

FIG. 4. — Os sésamoïdes isolés du métatarsien de la phalange. — *a*. Os sésamoïde interne. — *b*. Os sésamoïde externe.

FIG. 5. — Os sésamoïdes réunis à la phalange *d*. — *Appareil phalango-sésamoïdien du gros orteil*.

FIG. 6. — *c*. Tête du gros métatarsien mise en regard de l'appareil phalango-sésamoïdien (*a*, *b*, *d*). Articulation ouverte par la face dorsale, ce qui permet de voir les ligaments.

FIG. 7, 8, 9. — Os sésamoïde unique de l'articulation phalango-phalangettienne du gros orteil.

FIG. 8. — Os isolé. On voit la crête transversale.

FIG. 9. — Os réuni à la phalangette *d*.

FIG. 7. — Les trois os en regard. — *a*. Facette s'emboîtant avec *b*, concavité phalangienne.

FIG. 10. — Les sésamoïdes de l'articulation métatarso-phalangienne (gros orteil droit) vus par leur face inférieure. Un troisième supplément.

FIG. 11. — Os sésamoïde contenu dans le tendon du long péronier latéral.

FIG. 12. — Même os isolé.

FIG. 13. — Os sésamoïde contenu dans le tendon du tibial postérieur.

FIG. 14. — Arthrite sèche de l'article métatarso-phal. (gros orteil). — *a*, *b*. Altérations des os sésamoïdes.

FIG. 15. — Déviation pathologique de l'appareil phalango-sésamoïdien du gros orteil droit en dehors. — Vue du côté de la face plantaire.

FIG. 16. — *a*. Os sésamoïde du tendon du muscle jumeau externe.

SUR

LA COMPOSITION VERTÉBRALE DU TAMANOIR

(*Myrmecophaga jubata* L.)

Par M. Georges POUCHET (1)

Les anatomistes ne sont pas d'accord sur la composition du rachis du Tamanoir et sur le nombre de vertèbres dorsales, sacrées et lombaires qu'il faut compter chez lui ; nous avons pu nous assurer en effet que l'animal décrit par les zoologistes comme une espèce unique sous le nom de *Myrmecophaga jubata*, offre, au moins par ce côté, une variation trop constante pour être regardée comme un simple accident. La divergence des anatomistes s'explique par les différences très-réelles que présentent de l'un à l'autre les squelettes de ces animaux, encore trop rares dans la plupart des collections européennes pour qu'on ait cru normal ce qui ne paraissait anomalie qu'à cause du petit nombre d'individus considérés.

Cuvier, dans les *Ossements fossiles*, note ainsi la composition vertébrale du Tamanoir :

7	vertèbres	cervicales.
16	—	dorsales (10 vraies côtes).
2	—	lombaires.
5	—	sacrées.
30	—	caudales.

Cette notation est aussi celle de Pander et d'Alton (2) et celle de Rapp (3). Cuvier avait sous les yeux et a fait figurer un squelette de la Galerie d'anatomie comparée, portant aujourd'hui le nu-

(1) Ce travail est extrait des *Mémoires sur le grand Fourmilier* dont la publication suspendue par des circonstances accidentelles, est en ce moment reprise par l'auteur.

(2) *Die Skelete der zahnlosen Thiere. Vergleichende Osteologie,* VIIIte Lieferung, Bonn, 1825.

(3) *Anatomische Untersuchungen über die Edentaten.* Tübigen, 1843.

méro B, VI, 259. Le squelette, représenté très-exactement par Blainville, dans les dernières planches de son *Ostéographie*, restées sans texte, n'est pas le même; il porte dans la collection du Muséum le numéro B, IV, 261.

M. R. Owen, de son côté, a donné plus récemment (1) comme formule vertébrale du Tamanoir les chiffres suivants :

13	vertèbres	dorsales,
3	—	lombaires.
5	—	sacrées.
35	—	caudales.

Il importe de remarquer que cette notation des vertèbres lombaires et sacrées, différente de celle de Cuvier, ne doit pas, selon toute probabilité, être expliquée par cette supposition que, chez l'individu observé par M. R. Owen, la dernière fausse côte aurait avorté et disparu comme cela se voit quelquefois. Le savant anatomiste ne s'est pas trouvé en face d'un cas tératologique; la vertèbre qu'il détermine *troisième lombaire*, doit répondre à la *première sacrée* de Cuvier ; s'il compte néanmoins cinq vertèbres sacrées, c'est qu'il fait probablement rentrer dans le sacrum la vertèbre notée par Cuvier comme première caudale. Ceci ressort, avec toute évidence, de l'examen de cinq individus (I, II, III, IV, V) que nous avons eus sous les yeux. En réalité, le nombre des vertèbres dorsales est tantôt de 15 et tantôt de 16, celui des vertèbres lombaires est de 2, celui des vertèbres sacrées est de 5.

Seulement, il peut arriver que la première vertèbre sacrée soit indépendante et ressemble à une vertèbre lombaire; il peut arriver aussi que la première caudale soit soudée au sacrum absolument comme une vertèbre sacrée.

La détermination des vertèbres devant être regardées comme constituant le sacrum, est toujours assez difficile chez les mammifères. Elle est encore plus difficile chez les Édentés, où les deux circonstances ordinaires — la soudure des vertèbres sacrées et leur union avec l'os iliaque — sont compliquées en plus par une troisième circonstance : leur union en arrière avec l'ischion. Or

(1) *Catalogue de la collection huntérienne*, n° 2366, et *On the Anatomy of Vertebrates*. London, 1866, vol. II.

il arrive qu'on rencontre dans cette articulation sacro-ischiatique de grandes variétés, et que chez le Tamanoir, par exemple, tantôt la première vertèbre caudale est complétement indépendante, mobile, et tantôt solidement articulée avec l'ischion, en même temps qu'unie par synostose avec la dernière sacrée (1).

La formule rigoureuse d'un os composé de plusieurs vertèbres soudées comme le sacrum, pour un groupe d'animaux déterminé ne peut être obtenue que par comparaison. Le propre de celle-ci est de fournir une sorte de donnée moyenne qui devient le type auquel on rapporte ensuite les autres variétés pour en apprécier les écarts ; il est certain que le nombre cinq doit être retenu comme étant celui des vertèbres qui concourent à former le sacrum chez le Tamanoir. Sur ce chiffre, les anatomistes sont tous d'accord; mais il reste à déterminer quelles sont ces cinq vertèbres, et à les bien distinguer afin de reconnaître et d'éviter de la sorte toute confusion. Il fallait chercher un point de repère fixe. Il nous a semblé que la crête ilio-pectinée pouvait en fournir un excellent chez la plupart des Édentés et particulièrement chez le Tamanoir : elle correspond chez lui *à l'apophyse transverse de la deuxième vertèbre sacrée*, considérablement épaissie pour s'articuler avec l'os iliaque.

Ce règlement des vertèbres qui doivent prendre le nom de *sacrées*, calculé sur leurs rapports avec la crête ilio-pectinée, pourrait paraître artificiel, il ne l'est pas au moins pour le Tamanoir, où cette manière d'envisager le squelette reflète l'agencement même des nerfs rachidiens. La paire nerveuse qui est au-dessus de la crête ilio-pectinée, la paire qui répond, par conséquent, à la première vertèbre sacrée, descend dans le bassin concourir avec la suivante à former le plexus sacré et le nerf sciatique. Les deux paires situées plus haut, celles des vertèbres lombaires par conséquent, forment le plexus lombaire et donnent le nerf

(1) Nous avons déjà signalé la même difficulté de déterminer rigoureusement le sacrum chez les grands Édentés fossiles à cuirasse, où le sacrum est soudé en avant à un grand nombre de vertèbres qui sont évidemment des vertèbres lombaires. Voyez *Contribution à l'anatomie des Édentés*, deuxième mémoire (*Journal de l'anatomie*, 1er juillet 1866).

crural; nous pouvons ajouter qu'en comptant de la sorte, on voit toujours la cinquième vertèbre à partir de la crête ilio-pectinée, c'est-à-dire la *première* caudale, quels que soient ses rapports et son union avec la dernière sacrée, présenter constamment en dessous deux hæmapophyses libres. Elles ne se soudent pour former une arcade hæmatique complète et un os en V régulier, qu'au niveau de la vertèbre suivante ou *deuxième* caudale (1).

Outre le sujet que nous avions en chair à notre disposition, nous avons pu encore observer quatre squelettes complets de Tamanoir, trois appartenant au Muséum et le quatrième à l'École de médecine de Paris. Nous rapprochons de ce dernier un autre squelette malheureusement incomplet qu'on trouve dans les galeries du Muséum. Voici les particularités que nous ont offertes les cinq squelettes entiers :

I. Squelette appartenant à l'École de médecine, sexe et provenance inconnus (2). Individu de très-grande taille, quoique jeune encore; quelques épiphyses des os des membres sont distincts. La formule vertébrale est celle qu'indique Cuvier :

16	vertèbres	dorsales.
2	—	lombaires.
5	—	sacrées.

Les cinq vertèbres sacrées sont soudées dans toutes leurs parties, la cinquième par sa large apophyse transverse repose sur l'ischion et s'articule avec lui. La première caudale est indépendante et libre. Ce sacrum peut être considéré comme un type. — Nous avons retrouvé exactement la même disposition sur une colonne vertébrale marquée dans les galeries d'anatomie du Muséum, XII, 319 (3). Individu jeune, sexe et provenance inconnus. Il y a deux vertèbres lombaires, mais il manque plusieurs dor-

(1) C'est donc par erreur que sur quelques squelettes artificiels, le premier os en V est rattaché à la troisième vertèbre caudale.

(2) Il porte la marque A 623. Il a été acquis par l'École, du fonds du prédécesseur de M. Vasseur, marchand naturaliste à Paris.

(3) Par M. Leprieur. Cette colonne vertébrale est de couleur brune, c'est à elle évidemment qu'appartient la tête du squelette marquée dans les galeries B. VI, 259.

sales, et il a été impossible d'en déterminer le nombre ; le bassin de cet individu est absolument semblable à celui du squelette de l'École de médecine.

II. Squelette existant dans les magasins du laboratoire d'anatomie comparée. Individu jeune et ne paraissant pas avoir encore atteint toute sa croissance. Sexe inconnu, provenance Cayenne. La formule vertébrale est la même que dans le squelette précédent. Quoique les épiphyses ne soient soudées nulle part, les apophyses épineuses des cinq vertèbres sacrées le sont déjà entre elles et forment une lame osseuse continue. La cinquième sacrée s'étend seule au-dessus de l'ischion, toutefois la première caudale n'est plus entièrement libre, comme dans le cas précédent. Son apophyse transverse est développée, massive ; elle présente en avant, vers la base, une surface articulaire répondant à une surface analogue située sur le bord postérieur de l'apophyse transverse de la cinquième sacrée.

III. Squelette figuré par Cuvier (1). Sexe et provenance inconnus. Individu adulte, quoique de moins grande taille que le premier. Il a exactement la même formule vertébrale que les précédents ; la cinquième sacrée étend son apophyse transverse au-dessus de l'ischion. Mais, de plus, la première vertèbre caudale répète cette disposition et réalise la tendance que semblait avoir déjà la même vertèbre sur le squelette précédent.

IV. Squelette figuré par Blainville (2), sexe inconnu, provenance Cayenne (?), individu adulte. La formule vertébrale diffère essentiellement des squelettes précédents ; elle est ici :

15 vertèbres dorsales (10 vraies côtes).
2 — lombaires.
5 — sacrées.

La première vertèbre sacrée n'est pas unie aux autres et reste

(1) M. E. Rousseau croyait se rappeler qu'un des deux squelettes de Tamanoir qui existent dans la galerie d'anatomie, a été donné par Claude Richard ; ses souvenirs désignaient plus particulièrement le suivant. Il n'est pas impossible toutefois que ce soit celui-ci.

(2) Galerie d'anatomie comparée du Muséum, B, VI, 261. Voyez la note précédente. — Le profil du sacrum est très-exactement figuré dans la planche de l'*Ostéographie* qui représente le squelette du Tamanoir dans son entier.

mobile comme une troisième vertèbre lombaire. Les apophyses épineuses des quatre sacrées suivantes sont soudées en lame. De plus, la cinquième sacrée est entièrement unie avec la première caudale; aucun disque ligamenteux ne les sépare, et leurs apophyses transverses confondues en une masse volumineuse s'étendent ensemble au-dessus de l'ischion et s'articulent avec lui. Ce squelette répond évidemment au type décrit par M. R. Owen comme ayant trois vertèbres lombaires et cinq vertèbres sacrées, les trois dernières confondant leurs apophyses transverses (1).

V. L'individu que nous avons eu en chair provient de Corrianthès (2). C'est une femelle adulte. Elle a quinze côtes, deux vertèbres lombaires libres et cinq vertèbres sacrées unies entre elles et soudées de plus à la première caudale. Celle-ci répète exactement la disposition du squelette précédent; on ne peut d'ailleurs se méprendre et la regarder comme une vertèbre sacrée : elle présente en dessous les deux branches de l'arcade hæmatique incomplète dont nous avons parlé, et qui caractérisent la première caudale.

En résumé, en prenant le nombre cinq comme base du calçul des vertèbres sacrées du Tamanoir, et pour point fixe la deuxième, c'est-à-dire celle qui répond à la crête ilio-pectinée; en tenant compte, soit de la mobilité accidentelle de la première sacrée, comme chez le sujet figuré par Blainville, soit de la soudure accidentelle du sacrum à la première caudale comme chez le nôtre, on arrive à voir que les six squelettes entiers (celui de M. R. Owen compris) que nous venons de passer en revue, se rapportent par moitié à deux types distincts :

Le premier a *seize* vertèbres dorsales;

Le second en a *quinze*.

(1) « In the penultimate lumbar vertebra a third articular surface is devoloped from the under and outer part of the anapophysis, which joins an articular surface on the upper and fore part of the diapophysis of the last lumbar : and this vertebra is united in a similarly complex manner with the first sacral vertebra... The spines of the sacrals blend into a bony ridje ; the transverse processes of the last three join the ischia. » (Owen, *loc. cit.*)

(2) Il a été envoyé par M. A. Lassaux, qui habite depuis plusieurs années le Paraguay.

Cette différence paraît fondamentale. Si maintenant, d'un nombre aussi restreint de sujets, on pouvait tirer des conclusions sur les rapports du sacrum et des parties osseuses avoisinantes dans chacun de ces deux groupes, on remarquerait que chez le Tamanoir à seize côtes, le recouvrement de l'ischion par l'apophyse transverse de la première caudale n'est pas la règle, et que cette première caudale n'est pas soudée au sacrum. Dans le Tamanoir à quinze côtes, au contraire, la soudure de la première sacrée avec les suivantes serait l'exception, tandis que la soudure du sacrum avec la première caudale serait la règle.

Ce n'est pas la première fois que l'on signale des différences dans le nombre des vertèbres, non plus que dans le rapport de celles qui constituent les différentes régions de la colonne vertébrale, mais il semblait jusqu'ici que ces différences n'aient été observées que chez les animaux domestiques (1).

Leur existence chez un animal qu'on peut regarder comme un type sauvage par excellence, jamais acclimaté ni même apprivoisé, nous montre de la façon la plus péremptoire que les écarts anatomiques de cet ordre peuvent aussi bien naître au milieu des conditions naturelles.

Mais alors il faut retirer à ces variétés la valeur prépondérante que la plupart des anatomistes et des zoologistes ont assez généralement attribuée au système osseux dans la caractéristique des races et des espèces. Les modifications du squelette ont toujours été regardées comme dominant celles des systèmes extérieurs, cutané, pileux, etc. On en a fait ce qu'on appelle des caractères supérieurs, réservant aux seconds une valeur secondaire. C'est ainsi que M. Sanson (2), considérant que certains chevaux ont cinq et d'autres six vertèbres lombaires, n'a pas hésité à déduire de ce fait l'existence de deux types spécifiques sources de nos races domestiques.

Mais on tombe alors dans un autre embarras, car il faut ad-

(1) Gaubaux, *Mémoire sur les anomalies de la colonne vertébrale chez les animaux domestiques* (*Journal de l'anatomie*, 1867, nov.).

(2) Voy. *Mémoire sur la nouvelle détermination d'un type spécifique de race chevaline à cinq vertèbres lombaires* (*Ibid.*, 1868, mai).

mettre, comme cela arrive pour le Tamanoir, que ces caractères différentiels, basés sur une région donnée du squelette, n'ont de retentissement ni sur le reste de celui-ci ni sur l'extérieur de l'animal. Nous nous sommes assuré, en effet, en rapprochant et en comparant l'une à l'autre trois têtes appartenant aux collections du Muséum (1), que celles-ci n'offrent que des différences de dimensions, l'une large de 35 centimètres et demi, la seconde de 36, la troisième de 37, mais que, d'ailleurs, l'aspect général, les sinuosités de la silhouette, le rapport des différentes parties, tous les détails en un mot ne permettent aucune distinction ; l'une de ces têtes appartient au squelette figuré par Blainville ; par conséquent au type à quinze dorsales, une autre au squelette incomplet probablement a seize vertèbres dont le bassin est semblable à celui du squelette de l'École de médecine à seize côtes.

On notera d'autre part que les zoologistes les plus enclins à reconnaître des espèces peu distinctes et à en multiplier le nombre, M. Gray entre autres, n'ont jamais songé à diviser le groupe spécifique établi par Linné sous la désignation de *Myrmecophaga jubata*.

Ne peut-on pas d'autre part admettre qu'il existe en quelque sorte pour chaque animal un degré différent de variabilité possible, soit dans les caractères extérieurs soit dans les formes profondes ? Tandis que certaines espèces sauvages paraissent absolument fixes, d'autres telles que le combattant (*Tringa pugnax*) parmi les oiseaux, la vieille (*Labrus*) parmi les poissons (2), nous offrent des différences de robe que n'égalent pas celles amenées par la domestication chez les espèces les plus plastiques ; il faudrait admettre qu'il existe à côté de ces espèces, d'autres animaux où la variation porterait d'une manière tout aussi remarquable sur les parties profondes et spécialement sur le rachis.

On peut maintenant se demander si ces variétés qui existent en

(1) Ces trois têtes portent les désignations suivantes : Salle 6, n° 261, 1re arm.— I, 1423. — B, VI, 259. Cette dernière appartient au squelette incomplet dont nous avons parlé.

(2) Cette variabilité de certaines espèces sauvages se retrouvé parmi les invertébrés : on l'a signalée chez les lépidoptères, où l'*Heliconia Euryas*, par exemple, est toujours semblable à lui-même, tandis que le *Vesta* varie à l'infini.

tout état de cause dans la région sacrée de la colonne vertébrale et dans le nombre des côtes du Tamanoir, ne sont pas une expression géographique, se rapportant à deux races cantonnées dans deux régions différentes, en laissant au mot « race » la signification de *lignée*.

Tout semble indiquer qu'il n'en est point ainsi, et que dans l'immense étendue de territoire occupé sur le continent américain par le grand fourmilier, on rencontre partout les deux variétés. Nous trouvons comme provenant de Cayenne le squelette II, à seize dorsales, et un autre à quinze vertèbres avec un point d'interrogation à la suite de la même indication de provenance ; quant à ce qui est de la région méridionale de la zone gréographique occupée par l'espèce, il est certain qu'on y trouve à la fois des individus à quinze vertèbres dorsales et d'autres à seize, comme nous avons pu nous en assurer. Postérieurement à l'époque où est mort au Jardin des plantes l'individu qui a servi à nos études, la Ménagerie a perdu deux autres fourmiliers de la même provenance, c'est-à-dire venant comme le premier des environs de Montevideo : l'un était adulte, l'autre un jeune parvenu à peu près à la moitié de sa croissance et mesurant 78 centimètres du bout du museau à la naissance de la queue. Il ne nous a point été possible de vérifier sur ces deux sujets l'état des vertèbres constituant le sacrum, mais tous deux nous ont présenté seize dorsales et seize côtes ; la seizième côte du jeune individu parfaitement mobile mesure 2 centimètres de long, elle en a 9 environ chez l'adulte et elle est toujours semblable à elle-même, qu'elle soit d'ailleurs quinzième ou seizième. Le jeune individu à seize côtes étant injecté comme l'individu à quinze côtes que nous avions étudié, il nous a été possible de vérifier que dans l'une et l'autre variété, la naissance des iliaques externes avait lieu à la même hauteur, c'est-à-dire au niveau du disque vertébral qui sépare la deuxième lombaire de la première sacrée.

On peut résumer toutes les particularités qui précèdent dans le tableau suivant, comprenant l'examen plus ou moins complet de neuf individus, et dans lequel une accolade réunit les vertèbres soudées pour former l'os sacrum.

1 (I) SQUELETTE de l'École de médecine.	2 SQUELETTE incomplet du Muséum.	3 (II) SQUELETTE du Muséum. (Cayenne.)	4 (III) SQUELETTE figuré par Cuvier.	5 (IV) SQUELETTE figuré par Blainville. (Cayenne.)	6 (V) SQUELETTE décrit par M. Owen.	7 FEMELLE en chair. (Montevideo.)	8 JEUNE individu ayant vécu à la ménagerie. (Montevideo.)	9 SECOND individu adulte ayant vécu à la ménagerie. (Montevideo.)
16e vertèbre dorsale.	?	16e vert. dors.	16e vert. dors.	15e vert. dros.	15e vert. dors.	15e vert. dors.	16e vert. dors.	16e vert. dors.
1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	1re lombaire.	. . . .
2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	
1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	1re sacrée.	
2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	
3e —	3e —	3e —	3e —	3e —	3e —	3e —	3e —	
4e —	4e —	4e —	4e —	4e —	4e —	4e —	4e —	
5e —	5e —	5e —	5e —	5e —	5e —	5e —	5e —	
1re coxygienne.	1re coxyge.	1re coxyge (1).	1re coxyge (2).	1re coxyge.	1re coxyge.	1re coxyge.	1re coxyge.	
3e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	2e —	
. . . .	. . . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	

(1) La mobilité est déjà moindre que dans I.
(2) Non soudées au sacrum, mais s'articulant néanmoins avec l'ischion.

Quelle que soit la signification que l'on croie devoir donner à ces intéressantes variétés offertes par un animal aussi purement sauvage que le Tamanoir, soit qu'il faille y voir l'indice de deux *races* tendant à devenir deux espèces, soit qu'on se borne à les envisager comme des divergences organiques possibles dans la

même espèce et la même lignée, ces variations n'en sont pas moins intéressantes au point de vue des discussions actuellement pendantes en zoologie générale.

Depuis le moment où ce travail a été livré à l'impression, nous avons eu l'occasion d'examiner trois squelettes de Tamanoir, à Londres. L'un au *British Museum*, les deux autres au Collége des chirurgiens : l'un de ces derniers est celui qui figure dans le tableau ci-contre et qu'a décrit M. Owen ; le second, par un singulier hasard, est également à 15 dorsales. Le squelette du *British Museum* est, au contraire, à 16 vertèbres dorsales.

CONSIDÉRATIONS MÉCANIQUES SUR LES MUSCLES

Par M. SCHLAGDENHAUFFEN
Professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg.

PREMIER ARTICLE.

I. — MUSCLES EXTENSEURS.

Quand on soulève un poids placé à la hauteur de la main, le bras et l'avant-bras tendus, ou bien quand on abaisse un fardeau, l'avant-bras étant fléchi sur le bras, l'humérus restant parallèle à l'axe du corps, on éprouve en exécutant ces deux mouvements inverses une fatigue d'autant plus grande que l'avant-bras tend à prendre la position horizontale.

Dans le premier mouvement d'ascension de l'avant-bras dont il vient d'être question, on soulève au début le poids sans difficulté; peu à peu l'effort musculaire devient manifestement plus grand et il paraît très-considérable dans la flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras; au contraire, cet effort semble diminuer quand le mouvement continue et que l'avant-bras gagne peu à peu la position de la flexion. L'effort nécessaire pour soutenir le fardeau dans cette position ne semble pas supérieur à celui que l'on avait fait au début pour le soulever.

Dans le deuxième cas, c'est-à-dire dans le mouvement de descente imprimé à l'avant-bras, la main étant chargée d'un fardeau (dans l'action de pomper de l'eau ou de soulever un corps attaché à une corde enroulée autour d'une poulie fixée au plafond, etc.), on peut faire les mêmes observations. On éprouve une très-grande fatigue quand on essaye de maintenir le fardeau, l'avant-bras étant à peu près dans la position horizontale, au contraire dans la position de flexion extrême, c'est-à-dire au début ou dans la position d'extension extrême, c'est-à-dire à la fin du mouvement la fatigue est beaucoup moins grande.

Tout le monde peut constater ces variétés d'effort musculaire quand on ne brusque pas les mouvements dont il vient d'être question.

Les muscles ou les portions de muscles mis en jeu dans ces mouvements sont principalement les fibres du triceps brachial qui s'insère inférieurement à la partie postérieure et supérieure de l'olécrâne et supérieurement par ses portions internes et externes à l'humérus, ainsi qu'au bord axillaire de l'omoplate. En

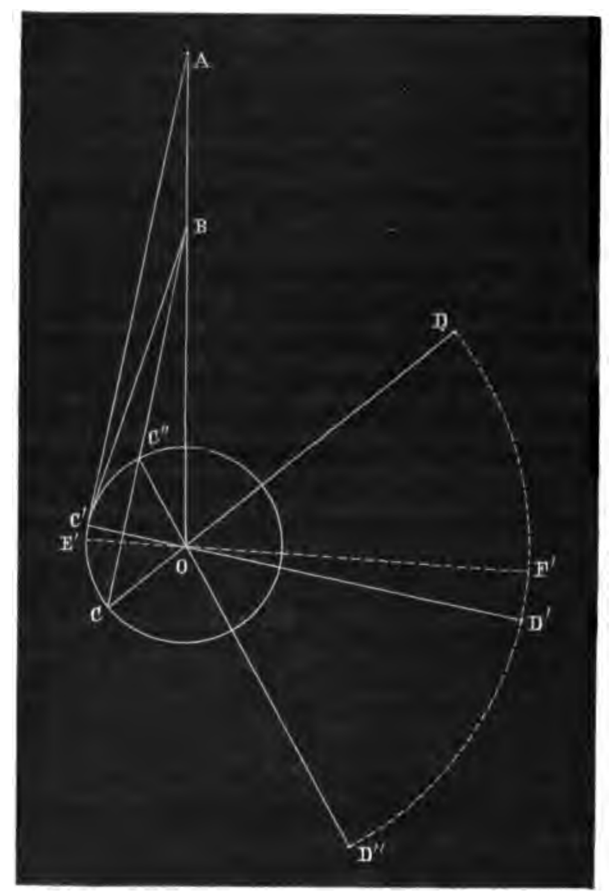


Fig. 1.

examinant avec attention le jeu de ces diverses parties du triceps, on pent se rendre compte de l'observation que nous venons de citer plus haut. En effet, désignons par AO la longueur (fig. 1) de l'humérus et par CD celle de l'avant-bras. Soit C l'olécrâne et D la main destinée à soulever le fardeau. Les divers chefs du

triceps s'attachent l'un à la partie supérieure A, les autres sur tous les points de la longueur AO.

En prenant par conséquent le point B comme moyenne de toutes ces insertions, nous réduirons mécaniquement les fibres du triceps à deux cordons musculaires isolés l'un BC, l'autre AC, ou plutôt nous admettrons que les efforts musculaires du triceps s'exercent suivant deux directions AB et BC.

Cela posé, admettons l'humérus dans la position verticale et l'avant-bras fléchi dans la position CD, comme l'indique la figure. Dans le mouvement que l'on fait pour pomper de l'eau ou dans le mouvement qui consiste à soulever un corps attaché à une corde enroulée autour d'une poulie, l'avant-bras décrit un arc de cercle et l'olécrâne en décrit un autre. Le rayon du premier cercle est OD, celui du second est OC et représente la distance de l'olécrâne à la trochlée. En réalité, ces deux distances ne restent pas invariables quand l'avant-bras exécute ses divers mouvements, ainsi que la figure semble le représenter, car le point O, centre de rotation de l'avant-bras sur la trochlée, change de place à chaque instant; mais dans les considérations mécaniques dont nous allons parler, cette erreur est négligeable et nous pouvons considérer le mouvement s'effectuant dans les conditions indiquées ci-dessus.

D'après cela, on voit que les fibres du triceps insérées à l'humérus en B et à l'olécrâne en C, agissant dans la direction BC, produisent un effort musculaire sur le cubitus, dont le moment sera désigné par $F \times OK$, OK désignant la perpendiculaire abaissée sur la direction de la force F de ces mêmes fibres musculaires.

Ce mouvement fait équilibre au poids soulevé par la main.

Admettons que le mouvement commence à partir de cette limite indiquée sur la figure, il arrivera un instant où, par suite de l'abaissement de l'avant-bras, l'olécrâne remonte en décrivant le cercle dont il a été question et où les fibres musculaires sont tangentes à ce cercle de rayon OC. Les moments des efforts musculaires varient à chaque instant pendant ce mouvement; ils sont toujours représentés par le produit de la force F multipliée

par la perpendiculaire abaissée sur la direction de cette force à partir du centre de rotation. Cette perpendiculaire est la plus grande possible quand les fibres musculaires sont tangentes au cercle au point C′; par conséquent, le moment maximum de l'effort musculaire est F × OC′. Ce mouvement, comme on le voit d'ailleurs sur la figure, correspond à la position de l'avant-bras placé à peu près dans la position horizontale.

Quand, à partir de cette position, l'avant-bras continue son mouvement de descente, il se trouve que vers l'extension du cubitus sur l'humérus en C″D″ le moment des fibres mises en jeu est encore identique à F × OK, puisque la perpendiculaire abaissée sur le prolongement des fibres dans cette position est la même que dans la position du point de départ. Il résulte de la comparaison de ces moments qu'il y en a deux identiques, correspondant aux positions CD et C″D″ de l'avant-bras; ces moments sont les plus petits. Pour toutes les positions du bras comprises dans l'angle DOD″, ces moments augmentent, et il y en a un maximum correspondant à la position C′D′.

Ce qui signifie, en d'autres termes, que quand l'avant-bras se trouve dans la position C′D′ les fibres musculaires du triceps éprouvent un maximum de fatigue quand on soulève un fardeau; que cette fatigue diminue pour une position symétrique autour de cette ligne C′D′ et qu'elle est la plus petite possible dans les deux positions extrêmes CD et C′D′.

Ces considérations théoriques sont parfaitement d'accord avec la réalité. Il suffit de manier un poids quelconque avec la main, en lui faisant exécuter les mouvements indiqués, pour reconnaître la position du maximum et du minimum de l'effort nécessaire.

Si aux actions des fibres du triceps insérées en B, nous ajoutons encore celles du chef supérieur inséré au bord axillaire de l'omoplate près de la cavité glénoïde, et si nous répétons pour ces fibres dirigées suivant AC, les mêmes considérations mécaniques que celles qui viennent d'être développées pour les fibres BC, on arrive à un autre mouvement maximum. Il suffit pour le trouver de mener à partir du point A une tangente au cercle décrit avec OC comme rayon; au point où cette tangente touche le cercle

en E, on mène la normale EO. Cette normale prolongée indiquera la position de l'avant-bras pour laquelle l'effort musculaire correspondant au long chef du triceps est maximum. Cette position, ainsi que la figure l'indique, est nécessairement au-dessus de la ligne C'D'.

Une construction géométrique analogue à celle qui a été donnée plus haut permettrait d'obtenir les deux positions de l'avant-bras pour lesquelles l'effort musculaire correspondant à ces fibres est minimum.

Il résulte de là que l'effort musculaire maximum de la totalité

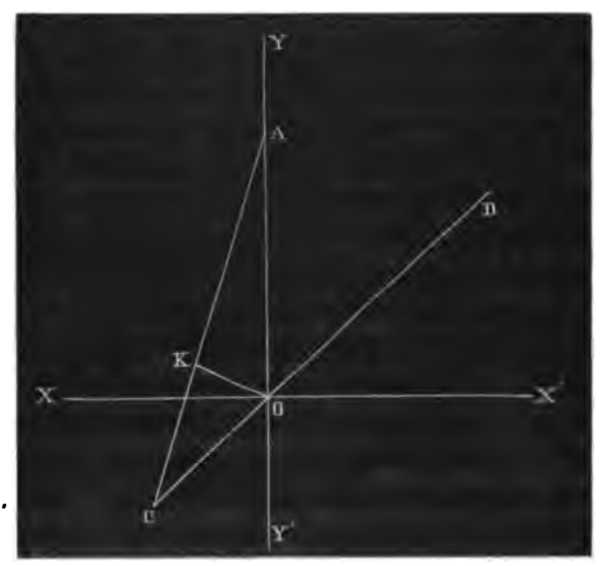


Fig. 2.

des fibres du triceps doit correspondre à une position de l'avant-bras intermédiaire aux deux positions C'D', E'F'. Cette position n'est pas exactement un angle de 90 degrés que l'avant-bras fait avec l'humérus, mais elle ne s'en éloigne pas beaucoup : on peut s'en convaincre d'autant mieux quand on rectifie l'inexactitude des dimensions de notre figure, où le cercle OC est à peu près vingt fois plus grand qu'il ne devait être en réalité.

En appliquant le calcul à cette question de mécanique musculaire on arrive, comme plus haut, à trouver la valeur maximum

de l'effort des diverses portions du triceps mises en jeu par un poids soutenu à la main.

Traçons deux axes rectangulaires, menons la ligne CD par le point d'intersection des lignes XX′, YY′. Cette ligne CD (fig. 2) représentera la direction de l'avant-bras, le point O sera l'articulation de l'avant-bras avec l'humérus et la ligne AC représentera la direction de l'ensemble des fibres musculaires du triceps. Cela posé, quand l'avant-bras exécute ses mouvements autour de la trochlée, les deux points C et D décrivent des arcs de cercle avec leurs rayons respectifs OC et OD. Si α, β désignent les coordonnées du point C, on exprimera que C se trouve sur le cercle au moyen de l'équation :

$$\alpha^2+\beta^2=R^2 \quad (1).$$

Pour indiquer que D décrit un cercle avec $OD=R$, comme rayon on aura en admettant x', y' pour coordonnées du point D

$$x'^2+y'=R^2 \quad (2),$$

la construction de la figure donne en outre

$$\frac{\alpha}{x'}=\frac{r}{R},$$

$$\frac{\beta}{y}=\frac{r}{R},$$

d'où

$$\frac{\alpha}{x'}=\frac{\beta}{y'} \quad (3).$$

L'équation générale de la droite passant par A et C sera

$$\frac{y-y'}{y''-y'}=\frac{x-x'}{x''-x'};$$

c'est l'équation de la direction de la force musculaire. Les coordonnées x'', y'' du point A étant de o et d, celles du point C étant α et β, on aura pour équation de cette directrice

$$\frac{y-\beta}{d-\beta}=\frac{x-\alpha}{-\alpha} \quad (4).$$

en réduisant elle devient

$$-\alpha y+\alpha\beta=x(d-\beta)-\alpha d+\alpha\beta$$

$$y+x\frac{(d-\beta)}{\alpha}-d=0.$$

L'équation de la perpendiculaire à cette droite sera

$$OK = \frac{-d}{\sqrt{1+\frac{(d-\beta)^2}{\alpha^2}}} \quad (5).$$

En ne prenant que la valeur positive de cette valeur on a

$$OK = \frac{d\alpha}{\sqrt{\alpha^2+d^2+\beta^2-2d\beta}}$$

En remplaçant dans cette équation de la perpendiculaire α et β par leurs valeurs tirées des équations (1) et (3), on obtient

$$OK = \frac{dx'r}{R\sqrt{r^2+d^2-\frac{2dry'}{R}}}.$$

Si l'on veut exprimer par le calcul l'égalité des moments du poids P à soulever et de la force F musculaire mise en jeu, nous aurons le résultat

$$P.x' = F.OK \quad (6).$$

équation dans laquelle P désigne le poids à soulever fixé dans la main en D, et F la direction de l'action musculaire du triceps.

En remplaçant la valeur OK par celle indiquée par l'équation précédente, on obtient après réduction

$$F = \frac{P.R.\sqrt{r^2+d^2-\frac{2dry'}{R}}}{dr}.$$

Cette valeur sera maxima quand le radical sera réel et quand le terme affecté du signe — sera nul, ce qui exige $2dry' = 0$, condition satisfaite quand $y' = 0$, ou en d'autres termes quand le levier est horizontal.

En résumé, le calcul et les considérations mécaniques s'accordent : 1° à faire connaître le maximum de l'effort musculaire que l'on est obligé de faire quand on soulève un poids, et 2° à démontrer que ce maximum correspond à la position horizontale de l'avant-bras.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

---

projection des phénomènes visuels suivant les lignes de direction, par F. C. DONDERS (Extrait des *Archives néerlandaises*, 1872, t. VII).

Dans mon Mémoire sur *La vision binoculaire et la perception de la troisième nension* (1) j'ai pris la défense contre M. Ewald Hering, sous certaines serves, de la théorie de la projection suivant les lignes de direction.

A cette occasion, j'avais émis la conjecture que M. Hering a été conduit à mbattre cette théorie parce que le pouvoir de juger de la distance du point mire, d'après la convergence des lignes visuelles, lui ferait défaut.

M. Hering (2) a protesté contre cette supposition. Il affirme très-catégoriement « posséder, *au même degré que tout autre*, la faculté de juger des stances d'après la convergence ». A l'appui de cette assertion il cite un ssage de la seconde partie de ses *Beiträge* (3), qui toutefois prouve seuleent que, dans le cas d'expériences stéréoscopiques avec images mobiles, le *angement* de convergence influe sur son appréciation de la distance. Quant un jugement fondé sur la convergence *absolue*, il n'en est pas question ans les écrits de M. Hering, ni ici, ni ailleurs. Du reste, M. Helmholtz (4) lu dans ces écrits la même chose que moi. « Chez M. Hering, dit-il, le gement de la distance d'après la convergence des lignes visuelles paraît être xtrêmement imparfait, puisque, en s'appuyant sur ses propres observations, est disposé à le nier complétement. »

Là est le nœud de la question. Celui qui, tout en appréciant exactement s autres mouvements de l'œil, ne reçoit, chose assez singulière, aucun vis de l'innervation de sa convergence, devra se contenter de placer la irection visuelle sur la bissectrice de l'angle de convergence, sans déterminer a distance, et il verra ensuite dérouler de là toute la théorie de M. Hering.

La théorie de la projection, que je défends, ne nie pas la théorie de I. Hering. Elle va seulement un pas plus loin. Elle diffère aussi très-notalement de celle contre laquelle M. Hering a dirigé de préférence ses attaques. En effet, je suis partisan décidé de la doctrine des points correspondants, que M. Hering regarde comme inconciliable avec la théorie de la projection. Dans

(1) *Archief voor natuur-en geneeskunde*, t. II, 1865. — *Arch. Néerl.*, t. I, p. 377.

(2) *Archiv f. Ophthalmologie*, publiée par Arlt, Donders et von Graefe, t. XVI, 1re part., p. 1, 1869.

(3) P. 140.

(4) *Handbuch der physiologischen Optik*, p. 657.

mes études sur les mouvements de l'œil (1), j'ai déjà présenté la théorie de la projection au point de vue de cette relation. On avait élevé des doutes sur le droit qu'on a de conclure, de la direction des images persistantes, à celle des méridiens. Ces doutes reposaient évidemment sur une notion confuse des fondements de la projection. Je montrai qu'il fallait, avant tout, distinguer entre la projection du champ visuel, pris dans son ensemble, et celle des points particuliers, considérés dans leurs rapports mutuels. La première, qui est représentée par la vision directe, je la fis dépendre de l'impulsion motrice consciente; la seconde, de la situation relative des points rétiniens frappés. Dans mon aperçu des anomalies de la réfraction (2), cette distinction a été rigoureusement prise en considération pour l'étude des modifications de la projection dans les états anormaux. A ce point de vue, il ne me paraît pas difficile de réconcilier les points correspondants avec la projection suivant les lignes visuelles. C'est ce que je vais essayer de faire ici. Dans cet exposé, les principaux faits et phénomènes qu'on a opposés à la théorie de la projection trouveront leur place naturelle, et seront ou bien mis d'accord avec cette théorie, ou bien expliqués comme illusions optiques dues à des conditions anormales de vision.

Commençons par la *vision directe*.

1. *Un objet rapproché, regardé des deux yeux, est vu à la place où il se trouve réellement : nous avons une idée exacte de sa situation par rapport à nous-mêmes, c'est-à-dire par rapport à la place occupée par notre corps.*

A chaque instant nous avons l'occasion de nous convaincre de la vérité de cette proposition. Sans réflexion, nous étendons la main vers un objet placé à notre portée, et nous l'atteignons à coup sûr. Même du bout du doigt, nous savons toucher un point désigné. De plus, il n'est pas nécessaire de suivre de l'œil le mouvement de la main : du moment que l'objet a été vu, nous pouvons fermer les yeux, sans crainte de le manquer.

Même au-delà de la portée de nos mains, nous jugeons avec tant de justesse de la direction et de la distance, et mesurons si bien l'impulsion au mouvement, que d'une pierre lancée de la main nous allons frapper le but, et que, dans le saut, notre pied retombe à l'endroit marqué d'avance.

L'effet d'une impulsion volontaire est exactement déterminé et prévu.

2. *Les lignes visuelles se croisent à l'endroit où le point fixé se trouve réellement.*

Le point fixé forme son image, comme l'ophthalmoscope me l'a appris directement, dans chacune des fossettes centrales. La ligne qui va de la fossette centrale au point fixé est la ligne visuelle de l'œil correspondant, la ligne de direction du point vu directement.

(1) *Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften*, 1847.

(2) Poggendorf's *Annalen*, 1865, et *Archiv für die Holländische Beiträge zur Natur und Heilkunde*, t. III, p. 356 et suiv.

3. *Notre jugement place donc le point fixé au point de croisement des lignes visuelles.*

Cela résulte de ce syllogisme : Nous voyons le point fixé à l'endroit où il est réellement; en cet endroit les lignes visuelles se croisent; nous voyons donc le point au point de croisement des lignes visuelles.

4. *Notre jugement de la situation du point fixé repose sur la conscience de l'innervation motrice qui a amené les lignes visuelles à se croiser en ce point*

Cette innervation n'est pas seulement relative aux mouvements de l'œil, mais aussi à ceux de la tête et du corps en général. L'esprit a le sentiment exact de l'effet total de ces mouvements.

La précision avec laquelle nous savons reprendre, aussi souvent que nous le voulons, une position déterminée, est vraiment remarquable. On peut s'en assurer expérimentalement à l'aide d'un petit appareil très-léger, qu'on tient fortement serré entre les dents engagées dans une empreinte pratiquée d'avance. L'appareil se compose d'une planchette mince mais rigide, qui porte deux pendules (de longs fils chargés d'un poids pendant dans l'eau) et une boussole. Les pendules, qui se meuvent devant des arcs gradués, indiquent, l'un l'inclinaison latérale sur le plan médian (rotation autour de l'axe sagittal), l'autre le mouvement dans le plan médian (rotation autour de l'axe transversal); la boussole fait connaître la rotation autour de l'axe vertical. Si l'on se place avec cet appareil vis-à-vis d'une paroi verticale, et qu'on cherche, la tête étant tenue verticalement, à diriger le plan médian perpendiculairement à la paroi, on trouve que, après chaque mouvement libre du corps, la même position peut être reprise avec une grande exactitude. A ma prière, M. le Dr. E. Plüger, de Berne, a bien voulu exécuter ici cinq séries d'expériences, de 10 à 28 chacune; la déviation, comptée à partir de la position normale, a été en moyenne de moins d'un degré, savoir :

a. pour la rotation autour de l'axe vertical,
b. pour l'inclinaison latérale sur le plan médian,
c. pour la rotation dans le plan médian.

	I.	II.	III.	IV.	V.
a.	0,7	0,72	0,82	0,69	0,87
b.	1,3	0,47	0,94	0,85	0,66
c.	0,8	0,78			

Les séries IV et V ont été exécutées les yeux fermés (1).

5. *Je distingue, avec* M. Hering, *une innervation pour la direction de l'œil double (c'est-à-dire pour la direction commune des deux yeux) en haut, en bas,*

(1) L'appareil est destiné, en outre, à déterminer — dans l'état normal aussi bien que dans l'état anormal, et les yeux étant ouverts ou fermés — les oscillations que le corps exécute pendant qu'on se tient aussi immobile que possible. Peut-être cette méthode pourra-t-elle servir à faire reconnaître de bonne heure les maladies de la moelle épinière. J'espère être, plus tard, en mesure de communiquer des observations et des recherches sur ce sujet.

à gauche et à droite, puis une innervation pour l'adduction et pour l'abduction. Je réunis les quatre premières sous le nom d'innervation de direction, les deux dernières sous celui d'innervation de distance.

La théorie de M. Hering, sur les mouvements de l'œil double, a reçu des expériences de M. Adamük (1), faites dans mon laboratoire, une base solide. M. Adamük a montré que, au moins chez le chien et chez le chat, les deux yeux ont une innervation commune, qui part des tubercules antérieurs des corps quadrijumeaux. L'éminence droite régit les mouvements des deux yeux vers le côté gauche, et vice versâ. En irritant des points différents de chaque éminence, on peut provoquer le mouvement dans une direction quelconque; mais toujours les deux yeux se meuvent simultanément et en conservant entre eux une relation déterminée. Par l'irritation de la partie postérieure, soit de l'éminence droite, soit de l'éminence gauche, on obtient une forte convergence, avec abaissement simultané des lignes visuelles et rétrécissement de la pupille.

6. *Nous estimons avec une grande exactitude l'innervation de direction.*

On en a la preuve lorsque, fermant les yeux, on étend le doigt vers un objet éloigné qu'on vient de regarder. En ouvrant les yeux, les images doubles du doigt se trouvent alors ordinairement aux deux côtés de l'objet, même lorsque celui-ci n'a été regardé auparavant que d'un seul œil. Ceux qui sont privés depuis longtemps de l'usage d'un de leurs yeux, ou du moins de la vision binoculaire (cas de strabisme), portent le doigt entre l'objet et l'œil qui voit.

(1) *Archief voor natuur- en geneeskunde*, t. V, p. 243.

(*La suite au prochain numéro.*)

Le propriétaire-gérant :

GERMER BAILLIÈRE.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

PHYSIOLOGIE DES NERFS PNEUMOGASTRIQUES

Par MM. Ch. LEGROS et ONIMUS

DESCRIPTION DES APPAREILS EMPLOYÉS

Dans toutes les expériences qui ont été faites jusqu'aujourd'hui sur les nerfs pneumogastriques, on n'a pas tenu compte du mode d'excitation électrique, et dans tous les cas les physiologistes ne se sont guère préoccupés que des variations d'intensité du courant. Il est un autre élément qui a une grande importance et que nous avons cherché à étudier dans nos recherches, c'est l'influence du nombre d'interruptions du courant excitateur. Nos principales conclusions ont été présentées à la Société de biologie au mois de mars 1871.

On sait qu'à chaque contact du trembleur dans les appareils électriques, il se forme un courant induit, et que par conséquent on détermine sur les nerfs ou sur les muscles autant d'excitations successives en une seconde, qu'il y a eu, en ce même temps, de contacts du trembleur avec l'électro-aimant. Or dans les appareils ordinaires, toujours ce nombre d'interruptions est tellement élevé qu'il produit le tétanos sur les muscles.

Pour obtenir un nombre d'intermittences variable, nous avions un instant employé la roue de Masson; mais on ne possède ainsi qu'un moyen très-imparfait de graduation. Avec cet appareil ou d'autres analogues, on peut, il est vrai, ne donner à chaque seconde qu'un nombre voulu d'interruptions, mais selon que le mouvement de la roue ou le mouvement d'horlogerie est lent ou rapide, chaque passage du courant dure un temps plus ou moins long; les excitations ne sont donc jamais identiques et ne peuvent être comparées d'une manière très-exacte.

L'appareil que nous avons employé en dernier lieu et qui remplit toutes les conditions que nous demandions, a été construit d'après nos indications par M. Trouvé. Cet appareil consiste en :

1° Une bobine inductrice M, indépendante des bobines induites (fig. 1);

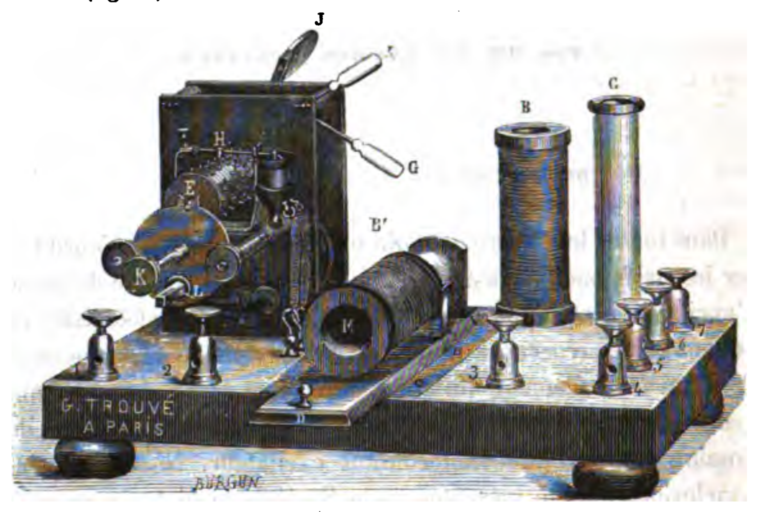


FIG. 1.

2° Des bobines induites B et B', formées de fils de différentes grosseurs et s'adaptant successivement au chariot D ;

3° Un interrupteur spécial qui constitue la partie principale de l'appareil.

Cet interrupteur se compose d'un cylindre E (fig. 2) (1), divisé en vingt parties, dont chacune contient des touches dans la progression arithmétique, c'est-à-dire de 1 à 20.

Le cylindre, mû par un mouvement d'horlogerie muni d'un vo-

(1) M, bobine inductrice, et C son tube graduateur ; BB', bobines induites dont l'une à gros fil, de 100 mètres de long, et l'autre à fil fin de 200 mètres ; D, chariot pour graduer les courants induits ; E, cylindre avec mouvement d'horlogerie ; H, stylet interrupteur ; K, bouton pour déplacer le stylet ; SS', ailettes du volant à résistance variable ; L, remontoir du mouvement d'horlogerie ; I et G, même levier en positions différentes. 1 et 2, serre-fils pour recevoir les rhéophores de la pile à courants continus ; 3 et 4, serre-fils de la pile pour produire les courants d'induction : on recueille ces derniers en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6 pour l'extra-courant ; en 6 et 7 on recueille les courants induits.

lant à résistance variable, est parcouru, instantanément et à volonté, par un stylet F, qui a pour but d'interrompre simultanément le courant direct d'une pile à courant continu, ou le courant d'induction, autant de fois qu'il y a de touches à la division qu'il occupe.

Les courants sont obtenus avec les piles que l'on a sous la main ; celle qui est la plus avantageuse est la pile hermétique dont M. Trouvé est l'inventeur, et qui est formée d'un étui de caoutchouc durci renfermant un couple zinc et charbon. Le zinc et

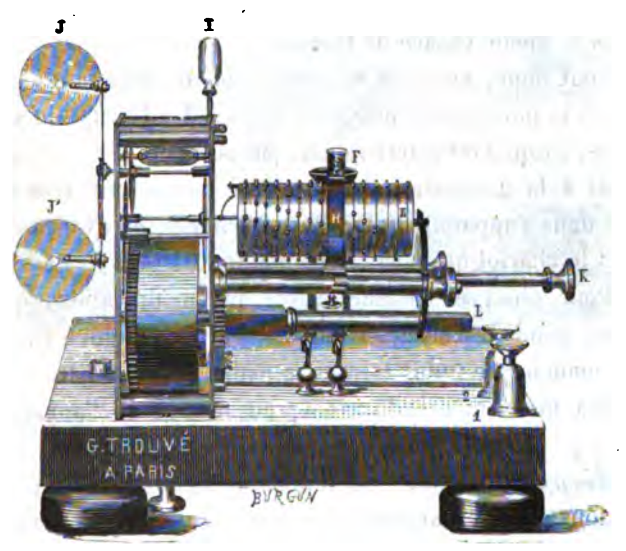


FIG. 2.

le charbon n'occupent que la moitié de l'étui, l'autre moitié est occupée par le liquide excitateur (bi-sulfate de mercure). Tant que l'étui conserve sa position ordinaire, le sommet en haut, le fond en bas, l'élément ne plonge pas dans le liquide et il n'y a pas production d'électricité. Mais dès que l'étui est renversé, le couvercle en bas, le courant naît et se continue tant que le liquide excitateur n'est pas épuisé.

Avec cet appareil on peut, en tirant ou en poussant la tige, faire mettre le stylet interrupteur au niveau d'une des vingt lignes qui contient des touches. Le cylindre faisant à volonté un

tour toutes les deux secondes, ou un tour toutes les secondes, on peut, selon la place du stylet, obtenir depuis 2 interruptions par seconde, jusqu'à 20. Les touches étant pareilles et également distantes l'une de l'autre, chaque intermittence est semblable aux autres, quel que soit le nombre d'interruptions.

On peut de plus, en déplaçant les ailes du volant, donner au cylindre une vitesse de 1, 2, 3, 4 tours par seconde; chaque touche est multipliée par ces vitesses correspondantes, c'est-à-dire que la dernière ligne, au lieu de donner alors 20 intermittences par seconde, pourra en déterminer 40, 50, 60 et même 80 dans le même espace de temps.

On peut donc, avec cet appareil, obtenir avec la plus grande facilité et la plus grande précision, depuis 1 interruption en deux secondes, jusqu'à 80 interruptions par seconde.

Quant à la graduation de l'intensité du courant, elle se fait, comme dans l'appareil de Du Bois-Reymond, en avançant ou en retirant le chariot qui porte la bobine inductrice.

— Pour observer et enregistrer les modifications qui surviennent pendant l'électrisation, nous avons employé en premier lieu le manomètre; plus tard nous avons pu enregistrer directement les mouvements du cœur, au moyen de l'appareil suivant :

Cardiographe direct. — Cet appareil (fig. 3), construit sur nos indications par M. Mangenot, se compose d'une tige verticale T, sur laquelle se meut une tige horizontale H, que l'on peut élever ou abaisser au moyen de la vis V. Cette tige horizontale reçoit à frottement deux cubes de cuivre A et B, qu'on peut rapprocher ou éloigner l'un de l'autre. Afin que ces cubes ne puissent basculer en avant ou en arrière, la tige n'est point cylindrique et offre deux surfaces planes contre lesquelles s'appuient les vis qui maintiennent les deux cubes de cuivre.

L'un de ces cubes A porte une tige verticale fixe MN, que l'on élève ou que l'on abaisse à volonté, et qui est maintenue par une vis.

L'autre cube B porte une tige P Q mobile sur un axe disposé à pivot, comme ceux employés pour les boussoles.

A l'extrémité supérieure de cette tige mobile se trouve un petit crochet auquel se fixe un fil qui communique avec l'appareil enregistreur.

Les extrémités inférieures des deux tiges *mn* et *pq* sont recourbées, et leur partie interne est légèrement striée afin de mieux maintenir le cœur.

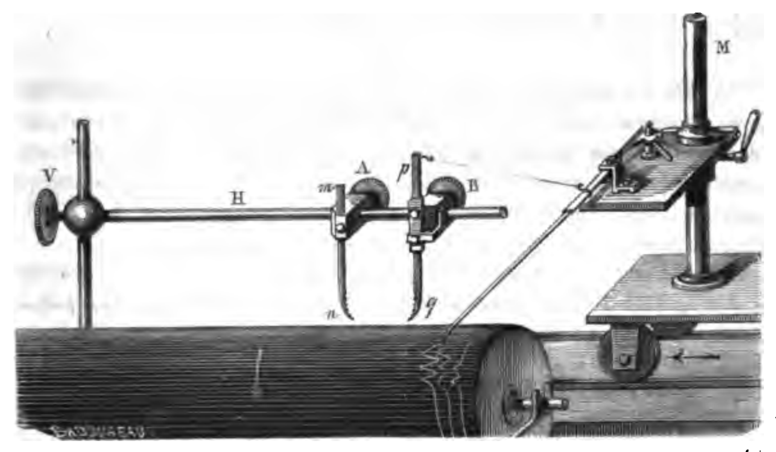


Fig. 3.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, on est naturellement obligé d'ouvrir le thorax et de faire la respiration artificielle. On place les deux tiges de chaque côté du cœur, la tige fixe sert pour ainsi dire à maintenir le cœur, tandis que la tige mobile est soulevée à chaque contraction et transmet son mouvement à l'appareil enregistreur.

L'appareil enregistreur dont nous nous sommes servi est celui de Marey, et il est trop connu pour que nous croyons nécessaire de donner d'autres indications.

OBSERVATIONS MANOMÉTRIQUES.

Expériences sur des lapins.

Tous les expérimentateurs ont observé que la pression du sang diminue lorsqu'on électrise le pneumogastrique : c'est en effet ce que nous avons également obtenu dans la majorité des cas. Ce-

pendant, lorsque le courant est faible et que les interruptions sont très-rares, nous avons vu quelquefois la tension, après s'être d'abord abaissée, augmenter légèrement; cette augmentation peut, il est vrai, dans certains cas s'expliquer par les mouvements de l'animal. Nous notons de suite ces faits, afin de ne pas compliquer les tableaux que nous avons cru devoir donner pour faire mieux juger des résultats que nous avons obtenus.

1° Chez un lapin dont on électrise le bout inférieur du pneumogastrique avec un courant faible et seulement 2 interruptions du courant, c'est-à-dire 2 excitations par seconde, la tension, qui était primitivement de 10 centimètres, baisse d'abord légèrement, puis remonte à 10c,8. Les battements sont plus forts. On cesse l'électrisation, et la tension revient à 10 centimètres. Les battements sont alors plus faibles.

2° Chez ce même lapin, la tension étant de 9 centimètres, on détermine d'abord, avec 4 intermittences par seconde, une baisse légère, puis la tension monte à 10 centimètres, et atteint 10c,50. Les battements sont plus forts. On cesse l'électrisation : la tension descend à 10 centimètres, et les battements deviennent plus faibles.

3° La tension étant de 10 centimètres, on électrise le nerf avec un courant faible ayant 8 intermittences par seconde. La tension baisse d'abord à 9c,2, puis peu à peu elle revient à 10 centimètres avec des battements forts. On cesse : la tension monte à 10c,3, puis redescend à 9c,5.

4° La tension étant 9c,5, on électrise avec un courant de 16 intermittences; la tension baisse peu à peu jusqu'à 6 centimètres, et, pendant un instant, il n'y a plus de battements. Ils réapparaissent rares et forts, et font remonter la tension à 8 centimètres. On cesse, et la tension remonte jusqu'à 10c,5, et se maintient à 10 centimètres.

On coupe les deux pneumogastriques.

La tension étant de 14 centimètres, on fait passer un courant de 2 intermittences; la tension baisse légèrement, puis remonte à 14c,5 par de grandes oscillations. On cesse : la tension se maintient, et les grandes oscillations persistent pendant quelque temps.

La tension étant de 14 centimètres, on électrise avec 6 intermittences et un courant plus fort. La tension baisse à 11 centimètres et reste à ce niveau avec belles oscillations. On cesse : la tension remonte à 13c,5, et les oscillations sont plus petites.

La tension étant de 13c,5, et les intermittences de 10, la tension descend à 10c,5. Battements plus forts et plus rares. On cesse : la tension remonte à 13 centimètres, et les battements sont plus faibles.

Chez un chien, nous avons également observé, une seule fois, il

est vrai, qu'avec un courant faible et 2 intermittences par seconde, le seul changement avait été des oscillations un peu plus fortes, qui avaient fait monter la pression d'un demi-centimètre.

Il semble donc qu'un courant très-faible, et à très-rares intermittences, amène une augmentation de pression, et cela sans aucun doute, parce qu'il provoque des battements plus énergiques. Il est certain que, dans ces cas, le nombre des intermittences a la plus grande influence; c'est que le courant gardant la même intensité, les phénomènes varient selon le nombre d'intermittences. A partir de 4 intermittences par seconde, on n'obtient plus qu'un abaissement de tension, comme le prouvent encore les tableaux suivants :

Lapin.

(On électrise le pneumogastrique gauche.)

Numéros d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	8	12	11 et 10,5.	12	Grandes et rares.	Petites et fréquentes.
2	16	12	Successivement 10, 8, 7, 6, 5, 4.	13,5 puis revient à 10,5.	Fortes.	Petites et irrégulières.
3	15	11	7 minimum, remonte à 9.	12	Très-grandes et rares.	Petites et fréquentes.
4	40	12	7 minimum, remonte à 9,50.	13	Arrêt, puis fortes et rares.	Petites et fréquentes.
5	3	12,5	11,5.	12,5		
6	4	12	11,3.	12		
7	2	Pas de changement.		Un peu plus grandes.		
8	16	La tension descend de 2 centimètres.		Plus fortes.		

Observations. — L'électrisation du nerf a duré 15 secondes.

Chez ce dernier lapin, nous avons pu constater à l'œil nu une partie des phénomènes que nous observions à l'aide du manomètre; car, en ouvrant le thorax et en électrisant le pneumogastrique avec un courant induit, ayant 30 intermittences par seconde, on arrête un instant le cœur; au bout de quelques instants d'arrêt du cœur, on voit survenir une contraction très-forte, et les battements se succèdent très-lentement.

Lapin.

(Les deux pneumogastriques sont coupés; on électrise le pneumogastrique gauche.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	8	13,5	11	13,5	Grandes.	Petites.
2	16	13	4 minimum, remonte à 8.	15,5, redescend à 13,5.	Arrêt complet, puis reviennent très-rares et très-grandes.	Presque insensibles.
3	40	13,5	4 minimum, remonte à 11.	14, redescend à 13,5.	Arrêt complet, puis reviennent rares et énormes.	Petites et plus fréquentes.

Au commencement, il faut plus de 16 interruptions par seconde pour arrêter le cœur; avec 10 interruptions, les battements sont plus forts et plus lents, mais il n'y a pas d'arrêt du cœur.

L'animal s'épuisant et étant très-affaibli, on arrête le cœur avec 14 interruptions, et le cœur ne repart plus pendant tout le temps de l'électrisation, qui dure 15 secondes.

L'animal étant encore plus affaibli, 8 interruptions arrêtent le cœur pendant un instant.

Nous reviendrons sur cette différence d'action d'un même courant, selon l'épuisement de l'animal; mais nous ferons en même temps remarquer que non-seulement la tension baisse plus ou moins, selon le plus ou moins grand nombre d'intermittences par seconde, mais en même temps que les battements deviennent d'autant plus rares qu'on augmente le nombre des interruptions.

En graduant ces interruptions, on peut forcer le cœur à donner un nombre de battements déterminé. Voici le résultat d'une des expériences faites sur un lapin. Le cœur de cet animal battait 37 fois en 15 secondes; l'électrisation du pneumogastrique donnait dans le même espace de temps, c'est-à-dire pendant quelques secondes :

Avec	1	interruption	toutes les deux secondes.....	34	battements.
—	1	—	par seconde...............	30	—
—	2	—	—	28	—
—	3	—	—	25	—
—	4	—	—	23	—
—	5	—	—	22	—
—	6	—	—	21	—
—	7	—	—	20	—
—	8	—	—	18	—
—	9	—	—	16	—
—	10	—	—	15	—
—	11	—	—	13	—
—	12	—	—	11	—
—	13	—	—	9	—
—	14	—	—	7	—
—	15	—	—	5	—

Expériences sur des chiens.

Nous avons constaté chez ces animaux les mêmes phénomènes que chez les lapins, c'est-à-dire, 1° que la tension baisse d'autant plus, et 2° que les battements sont d'autant plus forts et plus rares, que les interruptions sont plus nombreuses.

Nous donnons ici le tracé des variations manométriques obtenues chez un chien, en électrisant le pneumogastrique avec un courant induit, donnant 4 intermittences par seconde

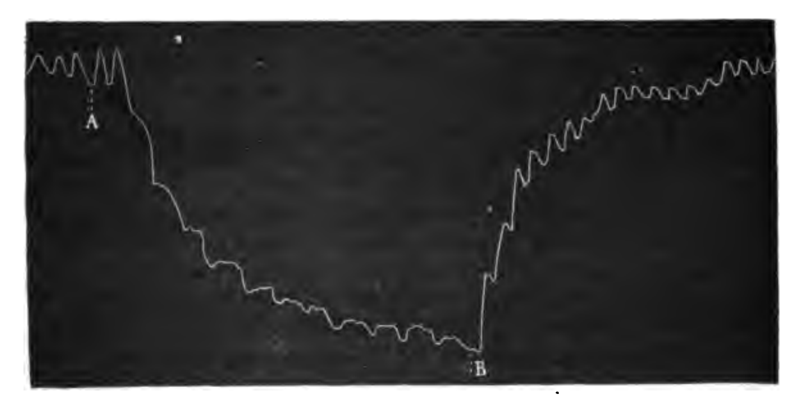


Fig. 4. — On électrise en A, on cesse en B.

(fig. 4). La tension baisse considérablement, et les pulsations deviennent plus rares et plus longues.

Lorsqu'on cesse l'électrisation, la tension remonte plus vite qu'elle n'est descendue, et par une série de soubresauts qui représentent autant de fortes contractions.

Nous avons également réuni en forme de tableaux les observations manométriques faites sur le chien. En jetant un coup d'œil sur ces tableaux, on voit que la tension baisse d'autant plus que le nombre d'interruptions est plus grand : avec 40 intermittences, la tension baisse, par exemple, de 11 centimètres, tandis qu'avec 8 intermittences elle ne baisse que de 3 centimètres 5, et avec 10 intermittences elle baissera de 5 centimètres.

Presque toujours, la tension ne commence à baisser qu'une ou deux secondes après l'excitation du pneumogastrique ; elle baisse alors jusqu'à un minimum où elle ne se maintient qu'un instant, car bientôt, même lorsque le cœur a été arrêté, il survient quelques rares contractions, mais très-fortes, qui, à chaque fois, font monter la tension jusqu'à un certain niveau fixe, inférieur au niveau primitif. Après l'électrisation, la tension remonte au-dessus du niveau primitif; mais, au bout de quelque temps, elle redescend en général et conserve la hauteur qu'elle avait avant l'expérience.

Un phénomène constant est la diminution des battements, même avec un courant ayant fort peu d'intermittences. La relation entre la force des battements et leur fréquence est toujours la même : Plus les battements sont rares, plus ils sont énergiques (1).

Après l'électrisation, les battements demeurent un instant plus forts qu'avant l'excitation, puis ils reprennent leur type normal ou même deviennent plus faibles et plus rapides.

(1) MM. Arloing et Tripier attribuent cette augmentation des battements à la diminution de la tension artérielle. On sait, en effet, que les battements sont, toutes choses égales, d'autant plus forts que la pression est plus faible. Telle avait été également notre première opinion, mais elle n'est point exacte d'après l'ensemble des tracés que nous avons obtenus en enregistrant directement l'action du cœur; ces graphiques démontrent en général, d'une manière incontestable, que les pulsations en devenant plus rares deviennent en même temps plus énergiques.

Chien.

(On électrise le pneumogastrique gauche.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	40	17	6, remonte à 9.	17,5	Arrêt du cœur pendant 25 secondes.	Petites et rapides.
2	22 interruptions pendant 1 minute et 30 secondes.	15.5	5 minimum, puis remonte. En 10 secondes arrive à 14.	16	Arrêt pendant 20 secondes; rares, de 1 centimètre de grandeur.	Très-rapides.
3	22	16	6,5	16,5	Arrêt, contractions fortes et rares.	Presque insensibles.
4	8	18	14.5	18	Grandes.	
5	10	18	13	19	Rares et grandes.	Nombr^s. et moins grandes.

OBSERVATIONS. — Agitation très-vive; mouvement intestinal pendant l'électrisation.

Chien.

(On électrise le pneumogastrique gauche.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	4	15,5	14	16	Grandes et rares.	Fréquentes, un peu prononcées.
2	8	16,3	13	16	Très-grandes et très-rares.	
3	16	16	10, puis baisse à 7; remonte à 11.	17,5	Rares, arrêt complet, très-grandes et très-rares.	Petites et fréquentes.
4	40	17	16, baisse à 12, se maintient à 13.	16,5	Arrêt, puis rares et très-grandes.	Petites et rapides.

Chien.

(On électrise le pneumogastrique droit.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	4	17,5	16, 5	17,5	Nettes et grandes; moins fréquentes.	Nombreuses et restent très-grandes.
2	6	17,5	16	18	Grandes.	Fréq^t mais fortes.
3	8	18	15	18,5	Grandes et rares.	Fréquentes et grandes (moins que pendant l'électrisation).

Chien.

(On électrise le pneumogastrique droit.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	3	18	17	18	Prononcées.	
2	5	18	16,8	Un peu au-dessus de 18.	Plus grandes.	
3	6	18,5	16,5		Très-grandes.	Se maintiennent un instant plus fortes qu'avant l'électrisation, mais beaucoup moins fortes que pendant l'électrisation.
4	9	18	13	19	Rares et fortes.	
5	10	18,5	13.5, se maintient à 13.	20,5	Grandes.	
6	13	20	12	22, redescend et se maintient à 20.	Très-rares et grandes.	
7	16	17,5	8 et remonte à 11.	18,5	Temps d'arrêt, puis grandes et rares.	
8	40	18,5	7,5 et remonte à 10.	19,5	Arrêt de quelques secondes, puis rares et très-grandes.	Pendant quelque temps irrégulières et assez grandes.
9	40	18,5	9,5 et remonte à 12.	19	Arrêt, puis grandes et rares.	Fréquentes et petites.

Nouvelle expérience faite sur le même chien.

(On électrise le pneumogastrique droit.)

Nos d'ordre.	NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
1	16	16	10	17	Grandes et rares.	
2	40	17	8	17,5	Nulles quelq. temps.	
3	40	17	9, remonte à 12.	18,2 et revient à 17.	Trois très-grandes, puis moins grandes et plus rapides.	Fréquentes et très-petites.
4	40	17	10 et remonte à 13.	Elle remonte à 17,5 et revient à 16,5.	Nulles, puis grandes et rares.	Petites.
5	8	16	14, se maintient à 14,5.	16,3 ; revient à 16.	Fortes.	

OBSERVATIONS. — Gargouillement intestinal pendant l'électrisation.

Lorsqu'au lieu d'employer des courants induits, pour exciter le nerf pneumogastrique, on fait arriver à chaque contact du levier de l'appareil, avec une des touches du cylindre, le courant d'une pile de 4 à 8 éléments Remak, les résultats sont à peu près les mêmes, mais moins énergiques cependant qu'avec les courants induits. Ainsi, avec 8 intermittences par seconde, avec des courants de la pile, la tension baisse de 17 à 15 cent. 5.

Avec des courants induits et le même nombre d'intermittences, la tension baisse de 17,5 à 14 cent.

Différence en faveur des courants induits : 2 cent.

Avec 16 intermittences.

Avec des courants de la pile, la tension baisse de 17 à 14 cent.

Avec des courants induits, la tension baisse de 18 à 11 cent.

Différence en faveur des courants induits : 4 cent.

Lorsqu'on excite le nerf avec des courants de la pile qui sont interrompus à chaque contact de la touche et du levier, on obtient, sur le même chien, les variations de tension suivantes :

Avec 8 intermittences, la tension baisse de 18 à 15 cent.; oscillations énormes et moyennement fréquentes.

Avec 16 intermittences, la tension de 17 cent. descend à 13 cent.; oscillations très-grandes et rares.

Lorsqu'on excite le nerf avec un courant de la pile, qu'on laisse traverser le nerf d'une manière continue pendant 15 secondes, on obtient les résultats suivants :

Première expérience. — La tension étant primitivement de 15 cent., elle baisse peu à peu jusqu'à 13 cent., 5, et les oscillations deviennent plus grandes.

On cesse : la tension remonte à 15 cent.; les oscillations sont plus rapides, mais restent plus grandes. Elles ne redeviennent petites qu'après une minute.

Deuxième expérience. — La tension étant de 14 cent. et les oscillations étant presque insensibles, avant l'application du courant :

L'électrisation, avec un courant continu pendant 15 secondes, fait baisser la tension jusqu'à 12 cent., et les oscillations deviennent plus grandes et un peu moins fréquentes.

Lorsqu'on cesse l'électrisation, la tension revient à 14 cent. et les oscillations restent grandes un instant.

TRACÉS OBTENUS AVEC LE CARDIOGRAPHE.

Chez plusieurs animaux, nous avons enregistré les battements du cœur au moyen de l'appareil que nous avons décrit ci-dessus (fig. 3). Nous donnons quelques-uns des tracés que nous avons ainsi obtenus ; mais pour ne pas trop embarrasser cette étude, et pour ne pas trop l'encombrer de tracés, nous n'en avons reproduit qu'un petit nombre, et nous avons résumé en quelques mots les résultats que nous avons constatés sur l'ensemble de ces graphiques.

Nous n'avons pas toujours indiqué si nous agissions sur le pneumogastrique droit ou sur le pneumogastrique gauche ; mais dans le cas où nous l'avons noté, il ne nous semble pas qu'il y ait de différence entre l'excitation de l'un ou de l'autre de ces nerfs.

Depuis ces recherches, notre attention, en recueillant nos notes, a été d'autant plus attirée sur ce point, que dans le numéro des *Archives de physiologie* du mois de juillet 1872, MM. Arloing et Léon Tripier font remarquer que le pneumogastrique droit est plus excitable que le pneumogastrique gauche. Cette différence d'excitabilité a également été constatée par Masoin (de Louvain), et cette concordance d'expérimentateurs très-habiles a certainement une grande valeur.

Nos expériences ne nous permettent pas de donner la même conclusion. Nous avons constaté quelquefois, il est vrai, que l'amplitude des pulsations restait quelquefois, mais bien rarement, plus grande après l'électrisation du pneumogastrique droit qu'après l'électrisation du pneumogastrique gauche ; mais nous n'avons jamais observé d'une manière constante que l'excitation du pneumogastrique droit influençait le cœur plus facilement que l'excitation du pneumogastrique gauche.

Il existe dans l'électrisation du pneumogastrique tant de conditions qui peuvent modifier l'excitabilité, qu'il nous paraît bien difficile de donner une conclusion bien nette sous ce rapport.

Récemment, nous avons répété quelques expériences à ce point de vue, et pour nous mettre à l'abri de toute cause d'erreur, nous avons procédé de la manière suivante : Nous avons d'abord découvert les deux pneumogastriques ; sur tous deux, nous avons mis, à la même hauteur, des fils de cuivre également distants l'un de l'autre, et dont les extrémités venaient plonger dans des flacons remplis de la même quantité d'eau.

Dans ces flacons, nous faisions plonger les fils conducteurs d'un courant induit, ayant toujours la même intensité et le même nombre d'intermittences. Toutes les conditions et jusqu'aux plus petits détails étaient ainsi identiques pour l'excitation des deux nerfs pneumogastriques.

Chez un rat, nous avons vu que, dans les premiers moments de l'expérimentation, l'excitation du pneumogastrique gauche influençait plus le cœur que l'excitation du pneumogastrique droit; mais au bout de fort peu de temps, le contraire eut lieu, et jusqu'à épuisement complet de l'animal (chez lequel on faisait la respiration artificielle), le pneumogastrique droit arrêtait ou ralentissait le cœur plus facilement. Ainsi, tandis que, pendant l'électrisation du pneumogastrique gauche, le cœur battait 6 fois en 10 minutes, il n'y avait que 3 à 4 contractions, en électrisant le pneumogastrique droit.

Chez un cobaye, le contraire eut lieu pendant tout le temps de l'expérience, et à plusieurs reprises nous pûmes constater que l'excitation du pneumogastrique gauche avait une influence bien plus marquée sur le ralentissement du cœur, que l'excitation du pneumogastrique droit.

Nous croyons donc que l'on ne peut pas établir d'une manière bien certaine et bien constante que l'un des pneumogastriques est plus excitable que l'autre. Dans tous les cas, il faudrait sous ce rapport des expériences plus nettes et plus concordantes pour pouvoir arriver à une certitude bien complète. MM. Arloing et Léon Tripier eux-mêmes ont trouvé que la différence qu'ils signalent n'est pas toujours constante, et ils donnent un tracé qui indique très-nettement que les faits ordinaires peuvent être renversés.

Expériences sur des chiens.

Sur un chien vigoureux soumis au chloroforme, on introduit une canule dans la trachée pour faire la respiration artificielle, puis on ouvre le thorax pour placer le cardiographe, et on découvre le pneumogastrique gauche que l'on sectionne. On entretient pendant quelque temps la respiration artificielle, pour permettre à l'animal d'éliminer le chloroforme.

L'électrisation du bout périphérique du pneumogastrique gauche nous montre certains faits que nous constaterons nettement sur les animaux à sang froid ; mais ici les phénomènes sont plus rapides et pourraient passer inaperçus sans l'aide des appareils enregistreurs ; ainsi, les modifications dans les mouvements du cœur ne surviennent pas brusquement au moment de l'excitation, il y a un intervalle très-court qui sépare le moment où l'on l'électrise de celui où l'on aperçoit un changement dans la forme des battements. De même, lorsqu'on cesse l'électrisation, les mouvements reviennent peu à peu à l'état normal.

Si le nombre des excitations est suffisant, on obtient l'arrêt

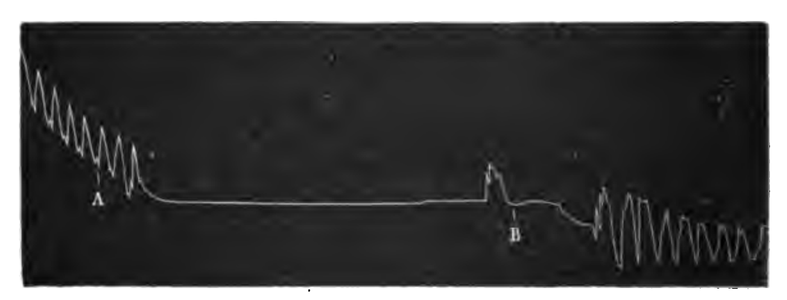


Fig. 5. — 16 interruptions par seconde. On électrise en A, on cesse en B. — Au moment d'électriser, on arrête la respiration artificielle.

(fig. 5) ; mais il est toujours précédé de quelques mouvements déjà modifiés ; lorsqu'on cesse l'électrisation, l'arrêt persiste quelques secondes, puis les mouvements deviennent peu à peu normaux.

Lorsque le nombre des excitations est insuffisant pour arrêter le cœur, les contractions deviennent plus rares, plus fortes et durent

plus longtemps (fig. 6). Ainsi, 8 interruptions nous donnent 8 battements, lorsqu'à l'état normal nous en avions 19 pendant le même espace de temps. 11 interruptions donnent 5 pulsations pendant la même période.

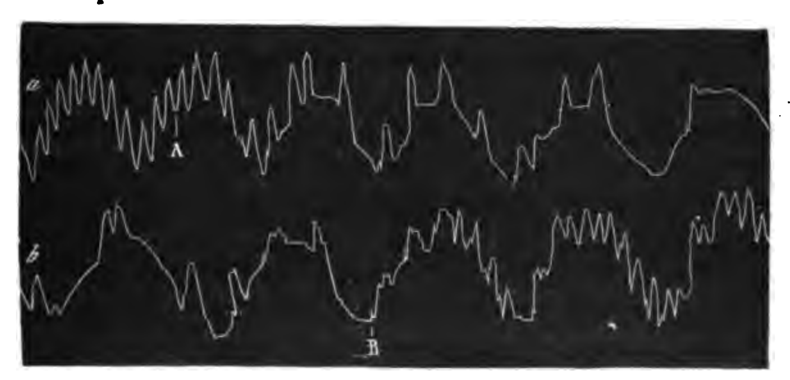


FIG. 6. — 10 interruptions par seconde. On électrise en A, on cesse en B. — La respiration artificielle est continuée pendant l'expérience.

15 à 16 interruptions arrêtent le cœur ; il est fréquent de voir, après 12 à 15 secondes d'arrêt, un énorme battement, puis l'immobilité reparaît ; si l'on continue longtemps l'électrisation, les battements se montrent très-rares d'abord, puis de plus en plus fréquents.

Dans l'un des tracés, la hauteur de la secousse musculaire à

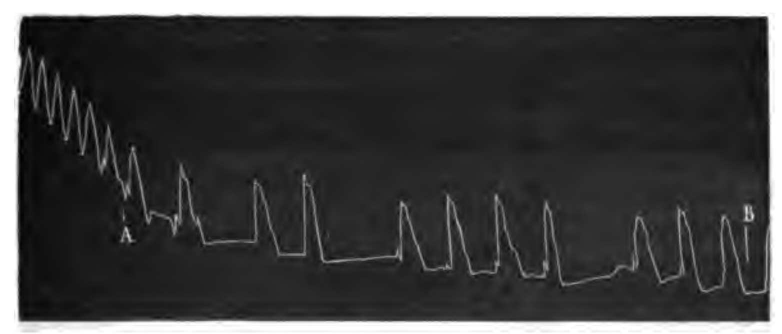


FIG. 7. — On électrise en A, on cesse en B. — La respiration artificielle est suspendue pendant l'expérience.

l'état normal est de 6 millimètres, sa largeur à sa base de 1 millimètre ; après l'électrisation, avec 11 interruptions, nous avons : hauteur 11 millimètres, et largeur de 3 à 4 millimètres (fig. 7).

Sur le même animal très-affaibli, le pneumogastrique gauche étant desséché, nous prenons le pneumogastrique droit et nous obtenons l'arrêt du cœur avec 8 interruptions seulement ; les battements normaux étaient très-faibles et ils ne tardent pas à cesser spontanément; le cœur n'est plus agité que par des contractions fibrillaires que nous enregistrons.

Ainsi, le pneumogastrique droit semble ici arrêter plus facilement le cœur ; mais il faut noter que c'était sur un animal épuisé et dont le cœur s'est arrêté spontanément quelques instants après.

Expériences sur des cobayes préparés comme les chiens.

C'est le pneumogastrique droit qui a été électrisé ; au moment de l'électrisation, les battements se modifient assez lentement (plus vite cependant que sur les animaux à sang froid).

Chez le cobaye, les pulsations deviennent rarement plus fortes qu'à l'état normal; on verra même dans les deux tracés que nous donnons plus bas qu'elles sont plus faibles, mais qu'elles durent beaucoup plus longtemps.



FIG. 8. — 4 excitations par seconde. — On électrise en A, on cesse en B.

Dans un espace de temps donné nous avons à l'état normal 23 battements.

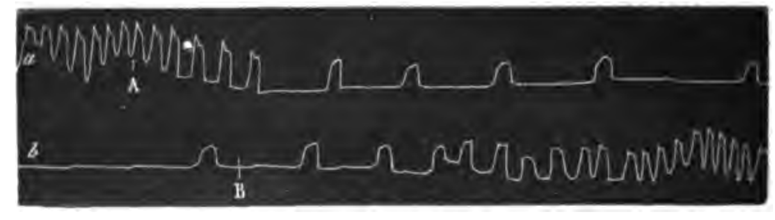


FIG. 9. — 8 excitations par seconde. — On électrise en A, on cesse en B.

Avec 4 excitations par seconde, nous avons 7 battements (fig. 8).
Avec 8 excitations, 4 battements (fig. 9).
Avec 16 excitations, arrêt complet.
Les pulsations reviennent ensuite lentement au type primitif.

Expériences sur des lapins.

Le lapin nous a bien démontré les rapports de l'affaiblissement de l'animal avec l'arrêt plus facile du cœur sous l'influence de l'excitation du pneumogastrique. En effet, sur un lapin déjà fatigué, nous avions à l'état normal 24 battements dans un espace de temps fixe. Nous n'avions plus que 4 battements en excitant le pneumogastrique 14 fois par seconde; après avoir déterminé une violente hémorrhagie, nous avions l'arrêt complet avec 5 excitations seulement. Inutile de dire que plus les pulsations étaient rares, plus elles étaient fortes et de longue durée. L'expérience était disposée comme pour le chien; ajoutons qu'au début de l'expérience, sur le même pneumogastrique il était difficile d'arrêter complétement le cœur avec 16 interruptions par seconde (fig. 10).

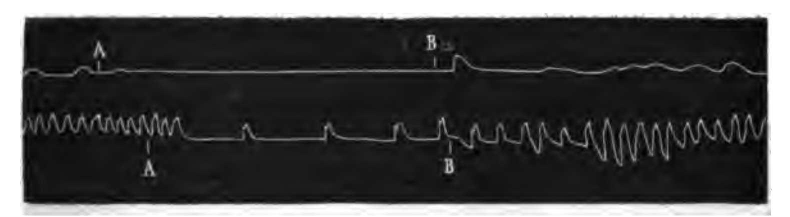


Fig. 10. — Les lettres A,A indiquent le moment où l'on électrise, les lettres B,B le moment où l'on cesse le courant. Dans le tracé inférieur, pris sur un lapin affaibli, on emploie 14 interruptions.

Dans le tracé supérieur pris sur le même lapin, après une hémorrhagie, on arrête le cœur avec 5 interruptions.

Les courants continus ne nous ont donné aucun résultat (ils n'étaient peut-être pas assez prolongés — 1 minute).

Sur un lapin complétement épuisé, les pulsations s'arrêtent. Nous appliquons alors les courants continus sur le pneumogastrique pendant un instant, et les pulsations reparaissent très-légères.

Expériences sur des grenouilles.

Avec 6 ou 8 excitations par seconde, on arrête complétement le cœur de la grenouille. L'arrêt ne survient qu'au bout de 5 ou

6 pulsations qui ne sont pas aussi modifiées que sur les autres animaux ; quand on cesse, les pulsations reviennent lentement (fig. 11).

Lorsqu'on n'excite pas suffisamment pour arrêter, on diminue

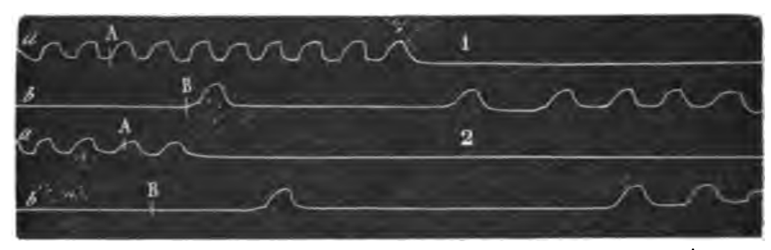


FIG. 11. — On électrise aux lettres A,A, on cesse aux lettres B,B. — Le premier tracé *a,b* est obtenu avec 8 interruptions; le second, *a,b*, situé au-dessous, est obtenu avec 10 interruptions. Dans ce dernier, les pulsations disparaissent plus vite après l'électrisation et reparaissent moins vite après la cessation du courant.

le nombre des battements ; mais les modifications dans la forme et la durée des contractions, quoique constantes, sont moins marquées que chez d'autres animaux.

Les courants continus faibles nous ont donné des résultats fort

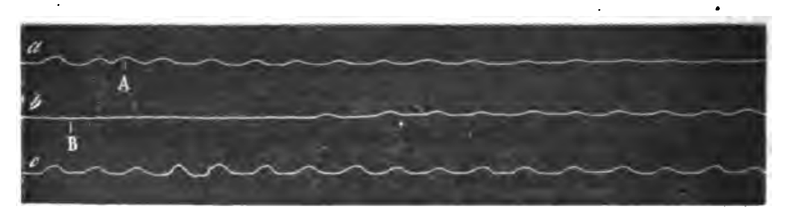


FIG. 12. — Courants continus. — On électrise en A, on cesse en B.

nets. Les contractions diminuent peu à peu avec une grande lenteur, et au bout de 3/4 de minute on obtient l'arrêt. Lorsqu'on cesse le courant, l'arrêt persiste quelque temps ; puis les contractions reparaissent lentement (fig. 12).

Expériences sur des couleuvres (état d'hibernation).

Une excitation très-faible des pneumogastriques est suffisante pour arrêter le cœur. Après avoir constaté que 12, puis successivement 10, 8, 6, 4, 2, et enfin 1 interruption par seconde ar-

rêtaient le cœur, nous avons disposé l'appareil de façon à obtenir 1 interruption de 2 en 2 secondes et, l'arrêt s'est encore produit. Nous avons alors tiré la bobine de l'appareil et découvert la moitié des fils ; dans ces conditions, nous avons eu également l'arrêt du cœur avec 1 interruption en 2 secondes. Enfin, la bobine a été tirée jusqu'à ce que le courant devenu insensible n'arrête plus le cœur avec 1 interruption par 2 secondes. Laissant alors la bobine dans cette position, nous avons seulement augmenté le nombre des interruptions, et nous avons vu le cœur s'arrêter lorsque l'appareil donnait 3 interruptions par seconde.

Nous avons, dans cette dernière expérience, deux faits importants : 1° L'influence de l'intensité du courant ; 2° l'influence de la rapidité des interruptions.

Plus le courant est intense et rapide, et plus l'arrêt se montre vite (fig. 13).

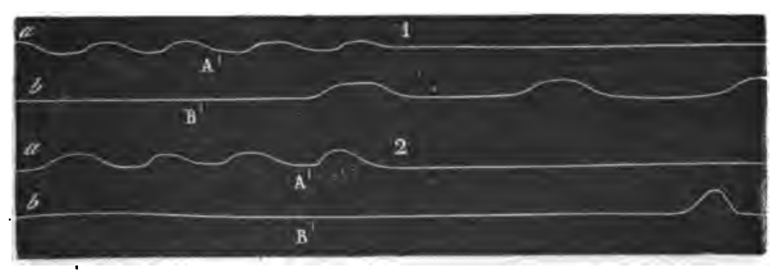


FIG. 13. — Couleuvre. Dans le tracé 1, on emploie 1 interruption par 2 secondes. — Dans le tracé 2, on se sert de 3 interruptions par seconde, l'arrêt se fait plus tôt et dure plus longtemps. — Les lettres A,A indiquent le moment de l'électrisation, et les lettres B,B le point où l'on arrête le courant.

Lorsque les interruptions sont rares, le cœur donne encore 3 ou 4 pulsations avant de s'arrêter ; ces pulsations, qui surviennent immédiatement après l'excitation, sont à peine modifiées.

Lorsqu'on cesse l'électrisation, le cœur reste immobile plus ou moins longtemps, d'autant plus longtemps que l'excitation a été plus forte ; nous avons vu souvent l'immobilité persister une demi-minute et plus, après l'arrêt du courant. Les premiers mouvements qui surviennent après l'immobilité sont plus forts et durent

plus longtemps qu'avant l'excitation, puis ils diminuent peu à peu et reviennent au type normal.

Les courants continus ont donné des résultats remarquables (c'est le courant ascendant qui a été employé) ; au moment de l'application du courant, ou plutôt peu de temps après, il y a arrêt momentané du cœur. Cet arrêt est de courte durée (10 secondes environ), puis les pulsations reparaissent ; elles sont d'abord normales, puis elles décroissent peu à peu sans augmenter de fréquence et sont tellement faibles, après 3 minutes d'électrisation, qu'elles sont difficilement enregistrées. Le courant continu employé était très-faible.

Expériences sur des tortues.

L'arrêt complet n'est pas obtenu facilement, mais les modifications dans le nombre et la force des battements sont très-remarquables.

Ces modifications surviennent très-lentement. Ainsi, dans une

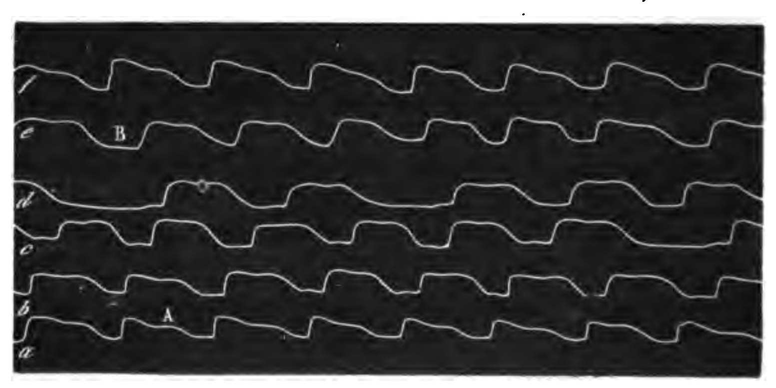


Fig. 14. — Le tracé commence en bas à la lettre *a* et se continue jusqu'en haut.— L'électrisation commence au point A et cesse au point B.

expérience, l'électrisation avec 6 interruptions par 2 secondes, ne donne, au bout de 1 minute, que peu de changement ; après 2 minutes, voici ce qu'on observe (fig. 14) :

A l'état normal, pendant un espace de temps fixe, on a 3 contractions ; chaque contraction a 2 cent. à sa base et 5 millim. de hauteur.

Au bout de 2 minutes, on a 2 contractions et demie ; elles sont plus grandes.

Au bout de 4 minutes, on a 2 contractions ; la hauteur est de 8 millim., et la base de 2 cent. 1/2.

On cesse après la quatrième minute, et les battements diminuent progressivement de force, à mesure qu'ils augmentent de fréquence. Il faut 3 minutes pour qu'ils reviennent au type normal.

Dans une autre observation, on électrise avec un courant fort

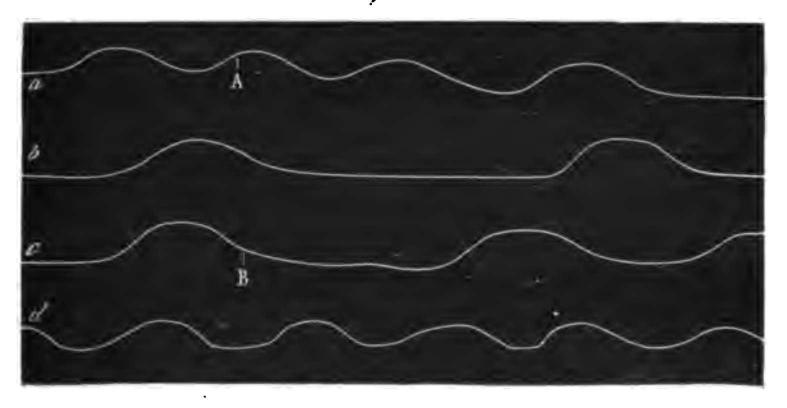


FIG. 15. — 8 interruptions par seconde sur la tortue. Les quatre lignes se suivent, *a,b,c,d*. On électrise en A, on cesse en B. On voit nettement l'augmentation des contractions et la diminution de leur nombre.

et 16 interruptions par seconde; après une 1/2 minute, les pulsations sont énormes, puis elles cessent pendant 1/4 de minute pour reparaître à longs intervalles; on cesse, et les phénomènes se suivent comme ci-dessus. Dans cette dernière expérience, le tracé indique nettement pendant l'électrisation l'afflux du sang dans le ventricule qui précède la contraction (fig. 15).

RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES.

Les expériences précédentes démontrent d'une manière très-nette que le nombre et la rapidité des intermittences des courants électriques ont, sur le pneumogastrique, une influence remarquable, et que cette influence est bien plus importante que celle qui résulte des variations d'intensité.

I. L'excitation électrique du pneumogastrique détermine un abaissement de tension, et en même temps les pulsations deviennent plus rares et plus grandes. L'abaissement de la tension et la diminution du nombre de pulsations est d'autant plus considérable, que l'on augmente le nombre des intermittences. Il y a, entre ces deux termes, une relation directe qui existe dans toutes les conditions et chez tous les animaux.

II. Dans quelques cas, lorsque l'intensité du courant est très-faible, et que l'on ne dépasse pas 4 intermittences par seconde, il y a, au premier moment, abaissement de la tension; puis une légère élévation qui est due à une plus grande ampleur de pulsations.

III. Lorsqu'on emploie un courant à intermittences rapides, la tension descend d'abord de plusieurs centimètres; puis, au bout de 10 à 15 secondes d'électrisation, elle remonte par de grandes pulsations, mais en restant toujours de quelques centimètres au-dessous du niveau primitif.

IV. Après la cessation de l'électrisation, la tension remonte au-dessus du niveau primitif.

V. Il faut 15 à 20 intermittences par seconde pour arrêter le cœur d'un chien dans les conditions ordinaires : plus l'animal est affaibli, moins il faut d'intermittences pour obtenir l'arrêt du cœur.

VI. Chez un animal à sang chaud, quels que soient l'intensité du courant et le nombre d'intermittences, on n'obtient jamais l'arrêt du cœur pendant plus de 15 à 30 secondes. Après ce temps d'arrêt, il survient, malgré la continuation de l'excitation, des contractions rares, il est vrai, mais fortes, et dont le nombre augmente progressivement.

VII. Après la cessation de l'excitation du pneumogastrique, les contractions du cœur reprennent leur état normal.

VIII. Le nombre des oscillations nécessaires pour amener l'arrêt du cœur varie beaucoup d'un animal à l'autre. Tandis que 15 à 20 intermittences par seconde sont nécessaires pour arrêter le cœur d'un animal à sang chaud, 2 ou 3 sont suffisantes pour un animal à sang froid, surtout en état d'hibernation.

IX. Il s'écoule toujours un intervalle plus ou moins long entre l'excitation du pneumogastrique et une modification quelconque des battements du cœur. Cet intervalle, qui est assez court chez les animaux à sang chaud (de 1 à 2 secondes), peut durer une 1/2 minute sur les animaux à sang froid, surtout lorsqu'ils sont en état d'hibernation.

Si l'on examine les graphiques pris sur la tortue, la grenouille ou la couleuvre, on remarque les détails suivants, qui sont moins apparents chez les animaux supérieurs : en excitant le cœur avec des intermittences assez éloignées, de manière à ne point l'arrêter complétement, on voit peu à peu et très-lentement les mouvements se modifier et leur amplitude augmenter. Dans le graphique de la tortue, au bout de 1 minute d'excitation, il y a à peine quelques modifications ; après 2 minutes, les mouvements ont presque doublé d'amplitude; ils sont triples et quadruples après la troisième et quatrième minute, en même temps qu'ils sont plus rares.

En cessant alors les excitations du pneumogastrique, les mouvements continuent quelque temps à avoir les mêmes caractères que pendant l'électrisation ; ils ne reviennent à leur type ordinaire que progressivement, de sorte que l'état normal ne reparaît qu'après 4 ou 5 minutes de repos.

X. Les excitations du pneumogastrique, lorsqu'elles sont produites par des courants provenant directement de la pile (5 éléments Remak), au lieu de courants induits, donnent les résultats suivants : lorsque les intermittences sont nombreuses, on obtient les mêmes phénomènes, mais un peu moins prononcés qu'en employant les courants induits.

Lorsque les intermittences sont plus rares, les battements après l'électrisation restent un peu plus forts qu'avant l'électrisation.

Lorsque le courant de la pile est appliqué d'une manière continue, les pulsations, un instant arrêtées, reparaissent bientôt avec leur type normal, puis elles décroissent peu à peu et finissent par être très-faibles, sans augmenter de fréquence.

CONSÉQUENCES ET CONCLUSIONS DES EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES.

Nous ne voulons pas donner ici une théorie complète sur la physiologie des nerfs pneumogastriques, et, nous l'avouons, aucune des théories qui ont été proposées ne nous paraît renfermer en elle l'explication de tous les faits. Cependant, parmi toutes les théories, la plus répandue et la plus acceptée est celle qui admet que le pneumogastrique est un nerf d'arrêt.

Lorsqu'on ne veut exprimer par cette expression qu'un fait, évidemment ce fait est vrai en grande partie, et il n'y a pas d'objection à faire; mais pour beaucoup de physiologistes et de médecins, il existe de vrais nerfs d'arrêt dont le pneumogastrique est le type le plus remarquable. Nous croyons que les faits que nous avons observés sont contraires surtout à cette théorie.

D'abord le pneumogastrique n'arrête le cœur que dans certaines conditions toutes spéciales : il faut qu'il soit influencé par une série d'excitations qui dépassent, pour un animal à sang chaud, 15 excitations par seconde; et même dans ces cas, le cœur ne reste complétement arrêté que quelques secondes.

Il est vrai que toute excitation du pneumogastrique ralentit le cœur, mais ce qui nous paraît important au point de vue théorique, c'est que ce ralentissement dépend plus du nombre d'excitations que de leur intensité, et par conséquent qu'il y a là un phénomène qui ne dépend nullement du nerf conducteur, mais bien des organes dans lesquels il se rend.

De plus, si la fonction du nerf était d'arrêter le cœur, dès le début de l'excitation il devrait provoquer une action presque immédiate. L'intervalle relativement énorme qui sépare l'excitation du pneumogastrique du changement des contractions du cœur, indique bien qu'il faut avant tout qu'il se passe une modification spéciale dans des organes intermédiaires, que tout le monde sait être les ganglions du cœur.

En outre, dans le cas où le cœur ne s'arrête pas, mais se contracte moins souvent, les battements se modifient progressivement et non brusquement, et s'ils sont plus rares, ils sont aussi plus forts.

Enfin, on remarque que cette prétendue fonction d'arrêt s'exercerait d'autant mieux que l'animal a moins d'activité vitale, ou sur le même animal, qu'il est plus épuisé.

M. Vulpian, à la Société de biologie, nous a fait une objection très-sérieuse, lorsque nous avons fait valoir cet argument; il nous a observé que chez les individus affaiblis, il n'est pas rare de voir l'activité des nerfs surexcitée, bien loin d'être affaiblie; mais nous ne croyons pas que ce fait puisse être invoqué dans l'excitation du pneumogastrique.

En effet, lorsqu'un animal est affaibli par une hémorrhagie par exemple, les actions réflexes sont souvent plus fortes et l'excitabilité des nerfs périphériques plus grande, c'est-à-dire qu'il faut une excitation moins intense pour déterminer le fonctionnement des nerfs. Mais dans nos expériences, il ne s'agit nullement de l'intensité du courant, mais bien du nombre d'intermittences, et c'est là un point capital à considérer quand il s'agit de mouvements rhythmiques.

D'ailleurs peut-on dire que les nerfs, chez un animal à sang froid, sont plus excitables que chez des animaux à sang chaud? Non, certes; et cependant c'est chez ceux-ci que la prétendue fonction d'arrêt serait la plus développée, et que le pneumogastrique serait le plus excitable.

Dans nos expériences sur des animaux à sang chaud, la respiration artificielle, l'ouverture du thorax, les hémorrhagies rapprochaient de plus en plus l'animal des animaux à sang froid, et lui enlevaient graduellement de sa vitalité.

Nous pouvons donc conclure de nos expériences, que plus un animal a de force et de vitalité, plus il est difficile d'arrêter le cœur en excitant le pneumogastrique, et que la prétendue fonction d'arrêt de ce nerf, loin d'être en rapport avec les autres énergies vitales, est au contraire en sens inverse.

On peut donc conclure de tous ces faits, que *l'arrêt du cœur par l'excitation du nerf pneumogastrique n'est pas le résultat de la fonction de ce nerf.*

En rapprochant les phénomènes qui se passent pour le cœur de ceux qui se passent dans les actions réflexes de la moelle, on peut

considérer les ganglions cardiaques comme une portion détachée de la moelle épinière, et les filets du pneumogastrique comme analogues aux nerfs qui font communiquer les cellules nerveuses de la moelle les unes avec les autres. Si l'on sectionne ces nerfs ou si l'on coupe le pneumogastrique, lès cellules nerveuses, situées au-dessous de la section, seront douées d'une plus grande énergie réflexe ; que l'on excite, au contraire, les parties supérieures de l'axe nerveux ou le pneumogastrique, il y aura arrêt ou ralentissement des mouvements réflexes.

Nous savons bien que l'on a également admis dans la partie supérieure de la moelle et dans l'encéphale des *centres modérateurs,* mais outre qu'il est difficile d'expliquer comment ceux-ci agiraient, il faudrait encore admettre, comme l'a prouvé M. Vulpian, que tout segment supérieur de la moelle est centre modérateur pour le segment inmédiatement inférieur.

Ce qui est certain, c'est que les actions réflexes sont diminuées et même empêchées par l'influence des parties supérieures de la moelle ; mais peut-on dire pour cela que la fonction de ces portions supérieures soit d'être des centres d'arrêt pour les régions médullaires inférieures ? Les phénomènes ne sont dus qu'à une dépendance mutuelle des différentes parties des centres nerveux et à une solidarité fonctionnelle. Les parties supérieures de la moelle, aussi longtemps qu'elles sont reliées avec les parties inférieures, exercent sur celles-ci une action dominante, de telle façon que celles-ci ne peuvent entrer en activité sans que les parties supérieures y entrent également, à moins que la volonté n'intervienne. De plus, toute excitation vive des régions supérieures de la moelle empêche les actions réflexes locales des régions inférieures.

Dans un Mémoire publié dans ce journal (1), l'un de nous a déjà insisté sur cette dépendance des différents centres nerveux. A mesure qu'on laisse une portion plus considérable de la moelle, et surtout lorsqu'on n'enlève que les lobes cérébraux, l'influence des excitations devient de moins en moins locale, les

(1) *Recherches expérimentales sur les phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau et sur les mouvements de rotation*, par M. Onimus. (N° de novembre 1871-72.)

réflexes se coordonnent, et les excitations limitées tendent à disparaître.

Les portions supérieures de la moelle et l'encéphale agissent donc surtout en régularisant et en coordonnant les mouvements partiels et secondaires. Ils servent à mettre en relation les différents groupes et à établir entre eux une certaine dépendance fonctionnelle. De plus, dans les conditions ordinaires, l'excitation motrice normale provient des centres nerveux supérieurs, et par conséquent ceux-ci ont pour ainsi dire une influence trophique, par rapport aux autres éléments nerveux.

Ne serait-ce point des actions de ce genre que l'encéphale exercerait sur les ganglions du cœur par l'intermédiaire du pneumogastrique, et celui-ci ne servirait-il pas à régler et à coordonner les activités des ganglions du cœur, et à transmettre l'excitation fonctionnelle ?

En somme, il faut, avant tout, tenir compte de ce fait qui nous paraît hors de contestation : c'est qu'il y a, dans le système excito-moteur du cœur, un état régulier et coordonné; comme dans tous les systèmes, il y a un état d'équilibre et de solidarité, une relation normale entre la fonction d'un organe et celle des autres organes voisins, relation troublée dès qu'il survient des excitations plus fréquentes que celles qui ont lieu normalement. C'est pour cela que, contrairement à ce que l'on observe sur d'autres nerfs, le nombre d'excitations en un temps donné a plus d'action que l'intensité de l'excitation.

Mais alors, comment et pourquoi l'excitation du bout inférieur du pneumogastrique parvient-elle à arrêter les mouvements du cœur, ou du moins à les ralentir ?

Remarquons, tout d'abord, qu'il est impossible de comparer l'action du nerf pneumogastrique à celle d'autres nerfs conducteurs. En effet, il se rend aux ganglions du cœur, malgré l'opinion contraire de Kölliker, c'est-à-dire à un système presque indépendant et jouissant d'une grande autonomie. De plus, ce système est animé d'*une fonction rhythmique ;* or, toute fonction rhythmique demande un temps de repos, aucun organe ne pouvant être constamment en activité, et de plus, en étudiant tous les

phénomènes rhythmiques ordinaires, on remarque qu'ils ont certains caractères communs que l'on peut résumer ainsi :

1° Les mouvements sont d'autant plus rapides et plus rapprochés que la source d'activité est plus grande et que les résistances à vaincre sont plus faibles;

2° Étant donné la même source d'activité, les mouvements seront, comme fréquence, en raison inverse des résistances, et comme énergie, en raison directe de ces résistances.

Supposons un dégagement constant de gaz au-dessous d'une masse d'eau. Le gaz arrivera à la surface en formant une série de bulles. Si la masse d'eau est petite et l'eau pure, les bulles seront très-petites et se succéderont rapidement. Si, au contraire, la masse d'eau est considérable, et si, de plus, l'eau est épaissie par une substance quelconque, de la gomme par exemple, le dégagement du gaz se fera par une série de bulles très-grosses et beaucoup plus rares; et plus la masse d'eau offrira de résistance, plus les bulles seront grandes, et en même temps plus elles seront rares. Il se forme toujours, dans ces cas, un mouvement rhythmique très-régulier; mais dès qu'une cause extérieure vient modifier une des conditions, aussitôt le rhythme est profondément changé.

L'exemple le plus frappant de ces relations entre le dégagement d'une force continue et les conditions de résistance nous est offert par la machine électrique ordinaire. Lorsqu'on tourne le plateau d'une façon régulière, il y a constamment la même quantité d'électricité engendrée, et les étincelles qui jaillissent entre les deux pointes varient seulement en fréquence et en intensité, selon la distance qui les sépare. Si la distance, c'est-à-dire la résistance extérieure est faible, les étincelles se succèdent rapidement, mais elles sont petites; elles augmentent au contraire en force et diminuent en nombre, à mesure que la distance augmente, quoiqu'elles se dégagent toujours d'une façon rhythmique.

N'avons-nous pas alors les mêmes phénomènes que nous avons observés pour le cœur ? A la suite de l'excitation du pneumogastrique, les contractions sont d'autant plus fortes qu'elles sont plus rares, et plus elles sont petites, plus elles sont fréquentes (1).

(1) Chez les personnes sur lesquelles on observe des intermittences du pouls, la

Pour le cœur, la source d'activité peut changer selon différentes conditions qui se résument toutes dans la vitalité plus ou moins grande des ganglions cardiaques. Plus la circulation sera active, plus ces ganglions pourront agir; plus l'animal sera vigoureux et robuste, plus le mouvement rhythmique pourra se maintenir malgré les troubles survenus par des causes extérieures.

En effet, les autres conditions restant les mêmes, le mouvement sera d'autant moins modifié que la source d'activité pourra être plus active. Ainsi, dans notre comparaison avec la machine électrique, les différences de nombre et d'intensité des étincelles seront bien moins sensibles en modifiant les résistances extérieures, si nous pouvons en même temps augmenter la quantité d'électricité qui est dégagée par le mouvement du plateau de verre. Réciproquement, si la source d'électricité est moins active, les changements extérieurs auront bien plus d'influence.

N'est-ce pas aussi parce que, chez les animaux affaiblis et épuisés, les cellules ganglionnaires cardiaques ne peuvent pas se nourrir aussi rapidement et rétablir leur usure fonctionnelle, que l'on arrête le cœur plus facilement? N'est-ce pas la même cause qui explique la facilité des syncopes chez les gens affaiblis ou sur les animaux soumis au jeûne? C'est encore la même raison qui nous fait comprendre pourquoi il faut des excitations moins nombreuses chez les animaux à sang froid pour influencer les mouvements du cœur.

Évidemment on ne peut pas comparer d'une manière absolue les mouvements sympathiques vitaux avec les mouvements sympathiques mécaniques; mais néanmoins il y a des lois générales qui s'appliquent aussi bien aux phénomènes rhythmiques des activités vitales qu'aux phénomènes physiques.

Dans tous les cas, ce qui ressort de tous ces faits, c'est que les causes qui agissent sur les ganglions cardiaques ont une importance bien plus considérable que celles qui agissent directement sur le pneumogastrique. C'est dans ces cellules nerveuses qu'existe

pulsation qui succède à un temps de repos est toujours plus forte que les autres, et ce phénomène pathologique est complétement d'accord avec les expériences que nous avons relatées.

la source d'activité des mouvements du cœur, et selon leur excitation, leur épuisement, les mouvements sont profondément modifiés. Les différences qu'on observe d'un animal à l'autre ou sur un animal selon son affaiblissement, tiennent à la différence d'énergie fonctionnelle des ganglions plutôt qu'à une différence d'excitabilité du pneumogastrique. On s'explique ainsi plus aisément les phénomènes particuliers que présente le système excito-moteur du cœur, et leur contradiction avec les faits ordinaires ne paraît plus qu'apparente.

Il faudrait d'ailleurs, pour bien comprendre le *rôle physiologique* du pneumogastrique, savoir quelle est l'action que détermine, dans un système établi de mouvements rhythmiques, et ayant deux organes jouissant chacun d'une grande indépendance (le bulbe d'un côté et les ganglions cardiaques de l'autre), une excitation extérieure portée sur un seul point du système et donnant une série d'irritations anormales et beaucoup plus nombreuses que celles qui ont lieu à l'état ordinaire. Mais dans tous les cas, du seul fait que dans des conditions spéciales certaines excitations du pneumogastrique arrêtent le cœur, nous ne croyons pas que l'on puisse conclure que la *fonction physiologique* du pneumogastrique soit d'arrêter ou de ralentir les mouvements du cœur.

MÉMOIRE

SUR LES

DIFFORMITÉS DU BEC

CHEZ LES OISEAUX

Par le Dr O. LARCHER

Ancien interne et lauréat des hôpitaux de Paris,
Lauréat de l'Institut de France, de la Faculté et de l'Académie de médecine de Paris,
Membre de la Société pathologique de Londres,
et de la Société centrale de médecine vétérinaire, etc.

I

Le bec (qui est à la fois un organe de recherche, de préhension et de transport pour les aliments, une arme utile pour la défense et pour l'attaque, et, dans quelques cas, un précieux instrument de locomotion) possède, dans chaque espèce d'oiseau, des caractères de conformation, dont il s'écarte généralement très-peu, et qui ont été utilisés pour la distinction des ordres, des familles et des genres dans les classifications ornithologiques. Aussi les exemples de déviations dans la direction ou dans la constitution des parties qui le composent, offrent-ils un certain intérêt.

II

Un premier fait ressort de l'analyse d'un grand nombre d'observations : c'est que, des deux mandibules qui composent le bec, la supérieure est celle sur laquelle les déviations se montrent le plus fréquemment; soit qu'elle offre, dans sa configuration et dans ses rapports avec la mandibule inférieure, certains caractères étrangers à l'ordre auquel appartient l'oiseau (obs. I); soit qu'elle s'écarte des diverses formes connues, ou qu'elle ne rappelle que très-incomplétement quelques-unes d'entre elles.

Chez certains oiseaux, tels que l'*Urubitinga unicincta*, elle offre souvent de grandes variétés (1), et il en est de même chez

(1) J. H. Gurney, cité par Ph. L. Sclater in *Proceedings of the zoological Society of London*, part XXVIII, p. 150 ; London, 1858.

divers autres Rapaces, où l'on peut voir, par exemple, les bords latéraux de la mandibule supérieure, plus ou moins profondément festonnés, recouvrir largement les bords correspondants de la mandibule inférieure ; alors que, dans l'état normal, chez les oiseaux de la même espèce et du même âge, la commissure est presque complétement rectiligne (1).

Chez quelques oiseaux, la mandibule supérieure est considérablement réduite dans ses dimensions (obs. II et III) ou paraît même faire plus ou moins complétement défaut (obs. IV et V) ; chez d'autres, elle est, au contraire, très-allongée (obs. VI) et subit quelquefois, à son extrémité libre, une incurvation anomale (obs. VII et VIII) ; chez d'autres, elle est déviée latéralement, soit dès sa base (2), soit seulement à sa partie antérieure (3), de telle façon qu'elle croise la mandibule inférieure, sur laquelle elle ne s'applique plus qu'incomplétement ou même sur aucun point (4).

(1) Ph. L. Sclater, *Note on the Variation of the form of the upper Mandible in a Rapacious Bird*, with two woodcuts (*loc. cit.*).

(2) On rencontre fréquemment des exemples de ce genre chez les Gallinacés.

(3) J'ai observé plusieurs cas, dans lesquels cette disposition était très-accusée chez des Poules ; mais, dans tous, l'extrémité libre du bec était usée à la pointe.

(4) On sait que chez le Bec-croisé (*Loxia curvirostra*, Linn.), — dont les deux mandibules (au lieu de se mouvoir suivant un même plan et de se rencontrer par leurs bords) se croisent dans leur partie terminale, — on a d'abord considéré la disposition singulière du bec comme une espèce d'infirmité ; mais, en observant les mœurs de cet oiseau, on a vu qu'il en est autrement et que les crochets mandibulaires lui sont très-utiles pour arracher de dessous les écailles des pommes de pin les semences dont il fait sa nourriture (Voy. Townson, *Tracts and Observations in natural History and Physiology*, p. 116 ; London, 1799. — William Yarrell, *On the Structure of the Beak and its Muscles in the Crossbill* (*Zoological Journal*, t. IV, p. 458, pl. XIV, fig. 1-5 ; London, 1829). — H. Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, t. VI, p. 117 ; Paris, 1861). Une autre conformation, dont la coïncidence est à noter (et qui favorise merveilleusement la première, en même temps qu'elle servirait, au besoin, à établir la normalité de cette dernière), est celle des doigts et des ongles, qui sont singulièrement robustes chez le Bec-croisé, et au moyen desquels l'oiseau se suspend aux cônes rudes et entr'ouverts des conifères, pour en extraire les semences (Voy. De Lafresnaye, art. BEC-CROISÉ, in Ch. d'Orbigny, *Dict. univ. d'Hist. nat.*, t. II, p. 515 ; Paris, 1842). En ce qui concerne la disposition du bec, nous ajouterons qu'elle paraît être le résultat d'un certain degré du développement et proportionnée aux nouveaux besoins de l'existence ; car, d'après les observations de L. A. Necker et celles des deux Brehm (L. Brehm, *Die Kreuzschnabel* (*Naumannia*, Bd. II, S. 189 ; Stuttgart, 1853). —

Dans d'autres cas, la mandibule supérieure s'épaissit fortement et se renverse de bas en haut, en abandonnant la mandibule inférieure (obs. IX) ; ou bien encore elle s'allonge et s'enroule sur elle-même, en forme de spirale (obs. X).

Quelquefois aussi, la mandibule supérieure se trouve surmontée d'une autre, qui, du reste, peut être complète et convenablement conformée (1).

Enfin, soit par suite du développement anomal de quelque partie accessoire (obs. XI), soit par suite d'une division partielle, elle peut offrir, de prime abord, une fausse apparence de duplicité (obs. XII), et, quelquefois même, son extrémité antérieure peut être trifurquée (obs. XIII).

Observation I. — J. E. Gray a fait voir, devant la Société zoologique de Londres, un jeune Poulet que lui avait envoyé W. Horn, et dont le bec offrait, ainsi que les pieds, une étroite ressemblance avec les dispositions qu'on observe normalement chez le Moineau domestique (2).

Obs. II. — Chez une jeune Alouette (*Alanda arvensis*, Linn.) observée par W. Neubert (3), la mandibule supérieure était de moitié moins longue que l'inférieure, qui était, du reste, normalement conformée. L'oiseau était déjà fort et manifestement bien nourri ; mais il devait sa bonne apparence aux soins de ses parents, car il ne pouvait pas manger seul ; et bientôt il mourut, ne voulant pas se laisser gaver.

Obs. III. — Chez une Oie (*Anser cinereus*, Meyer) du sexe mâle, née dans les premiers jours d'avril 1870, et sacrifiée, le 21 novembre 1871, pour servir à l'alimentation, nous avons trouvé la mandibule supérieure seule atteinte dans ses dimensions et dans sa configuration. Chacun de ses deux bords latéraux mesure seulement 4 centimètres d'arrière en avant. Son extrémité antérieure, au lieu d'être un peu renflée au bout et terminée par un onglet

A. E. Brehm, *La Vie des Animaux*, édition française, revue par Z. Gerbe, t. III, p. 79 ; Paris, 1870), les jeunes encore au nid n'auraient point les mandibules croisées, et leur bec serait tout à fait semblable à celui du Verdier (L. A. Necker, *Mém. sur les Oiseaux des environs de Genève* (*Mém. de la Soc. de physiq. et d'hist. nat. de Genève*, t. II, 1re partie, p. 60 ; Genève, 1823).

(1) Selon Richard Owen ((*Proceed. of the zoologic. Soc. of London*, part II, p. 23 ; London, 1832), les faits de ce genre ne font pas défaut, et le Musée du Collége royal des chirurgiens, à Londres, en renferme un bel exemple, recueilli sur un Vautour.

(2) Voy. *Proceedings of the zoological Society of London*, part XXXIII, p. 77 London, 1863.

(3) W. Neubert (in Stuttgart), *Ueber Schnabel-Missbildungen* (*Der zoologisch Garten*, Bd. VII, S. 247-249 ; Frankfurt-am-Mein, 1866).

courbé inférieurement, finit brusquement par un contour sinueux dont la partie moyenne est convexe et les deux parties latérales assez largement échancrées. Ce bord, mince et presque tranchant dans la plus grande partie de son étendue, s'épaissit fortement, en même temps qu'il s'arrondit, au niveau de son union avec le bord latéral gauche; mais, à l'inverse de ce dernier et de celui du côté droit, il n'offre aucune de ces lamelles saillantes et dirigées en arrière qui sont habituellement disposées en forme de dents sur tout le bord de la mandibule supérieure des Oies.

A part leur longueur, qui est moindre que d'ordinaire, les bords latéraux du bec sont donc conformés à peu près comme à l'état normal, et l'extrémité antérieure est seule profondément difforme.

Les narines, de forme elliptique, sont amples, convenablement distantes l'une de l'autre et aussi élevées que de coutume; mais, immédiatement au-dessous d'elles, la surface supérieure de la mandibule est profondément déprimée, de façon à représenter comme une sorte de gouttière quadrilatérale dont les côtés sont formés par une portion fortement relevée des bords latéraux, tandis que le fond est constitué par la surface supérieure de la mandibule.

Le bord antérieur de cette sorte de gouttière n'est autre que le bord mandibulaire lui-même, qui, durant l'occlusion du bec, se trouve à 2 centimètres en arrière de l'extrémité arrondie de la mandibule inférieure, normalement conformée.

Malgré cette disposition anomale (1) et une légère déviation qui entraînait de gauche à droite la mandibule supérieure, l'oiseau, grâce au secours de sa langue, qui était normale, avait pu néanmoins prendre la nourriture en quantité suffisante pour subvenir aux besoins de son existence (2).

Obs. IV. — Chez une Poule âgée de deux ans, observée par Fischer (de

(1) Elle se rapproche, à certains égards, de celle qu'on rencontre normalement chez le Bec en ciseaux (*Rhynchops nigra*, Linn.), dont la mandibule supérieure est plus courte que l'autre, de telle sorte que cet oiseau ne peut saisir sa proie qu'en effleurant l'eau.

(2) Les plumes ayant été enlevées déjà lorsque l'animal nous fut remis, nous ne pouvons donner qu'incomplétement le poids du corps, qui s'élevait ainsi à 3 kilogrammes 900 ; mais, comme ce poids est précisément le même que celui de plusieurs autres Oies, du même âge, pesées également sans plumes, et, comme le tissu adipeux n'était pas plus abondant chez ces dernières que chez le sujet de notre observation, je crois pouvoir admettre que cet animal n'avait pas eu à souffrir dans sa nutrition générale.

Le contenu du gésier pesait 34 grammes et était formé d'une masse compacte, au milieu de laquelle on ne retrouvait aucune trace de grain, mais seulement un grand nombre de débris herbacés, du sable fin et quelques petits cailloux. Quant au gésier lui-même, il était normalement conformé ; son poids, pris à part, s'élevait à 145 grammes ; sa couche musculaire mesurait une épaisseur de $0^{m},035$, et la couche cornée était un peu plus épaisse que d'ordinaire.

Le cœur pesait 35 grammes ; il était normal, ainsi que tous les autres organes.

Moscou) et par Von Martius (de Berlin), le bec faisait défaut, et les maxillaires, bien plus courts que de coutume, se terminaient à l'endroit où les Poules ont ordinairement leurs narines (1).

Obs. V. — G. Cuvier et C. Duméril ont observé un fait du même genre que celui qui précède, mais dans lequel la brièveté des mâchoires était moindre (2).

Obs. VI. — Doebner possède dans sa collection la tête d'un Corbeau freux (*Corvus frugilegus*, Linn.) dont la mandibule supérieure dépasse de trois pouces en longueur et d'un pouce en largeur la mandibule inférieure (3).

Obs. VII. — S. Moricand a vu, dans la collection du Musée d'histoire naturelle de Genève, un Corbeau freux, chez lequel la mandibule supérieure s'était prodigieusement allongée en s'incurvant en bas, de telle sorte qu'elle dépassait, au moins, d'un pouce et demi la longueur ordinaire qu'atteint le bec chez les oiseaux de cette espèce, la mandibule inférieure ne présentant, au contraire, aucune espèce de différence avec l'état normal (4).

Obs. VIII. — Chez un Bruant des roseaux (*Emberiza schœniclus*, Linn.), Moricand a également vu la mandibule supérieure, plus étroite et plus longue que de coutume, s'incurver en arc, sans déviation ni à droite ni à gauche.

Obs. IX. — Chez une Perdrix (*Perdix cinerea*, Charleton) observée par Crisp, la mandibule supérieure, se renversant de bas en haut, était de trois quarts de pouce distante du bout de la mandibule inférieure (5).

Obs. X. — Chez une Perruche observée par Is. Geoffroy Saint-Hilaire et conservée dans l'une des galeries du Muséum d'histoire naturelle de Paris, la mandibule supérieure, excessivement allongée, était enroulée de droite à gauche et décrivait deux tours de spirale très-réguliers (6).

Obs. XI. — Chez un Proyer d'Europe (*Emberiza miliaria*, Linn.) dont la mandibule inférieure était normale, Joh. Jæckel a trouvé la mandibule supérieure composée de deux parties épaisses, recourbées en haut et en arrière, et superposées l'une à l'autre. Le tubercule, qui, chez les Embériziens, est

(1) Fischer, *Opisanie Kurigu imejuschtschei w' profile figuru tscheloweka*; Moskow, 1813 (Voyez aussi Von Graefe und Von Walther's *Journal für Chirurgie und Augenheilkunde*, 1829, et *Gazette médicale de Paris*, 1re série, t. I, p. 1 ; Paris, 1830).

(2) Académie des sciences de Paris, séance du 4 janvier 1830 (*Archives générales de médecine*, 1re série, t. XXII ; Paris, 1830).

(3) Doebner (de Aschaffenburg), *Abnorme Schnabel-und Zahnbildung* (*Der zoologische Garten*, Bd. VI, S. 116 ; Frankfurt-am-Mein, 1865).

(4) S. B. Moricand, *Note sur quelques monstruosités de becs d'oiseaux indigènes* (*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. IV, p. 67 ; Genève, 1828).

(5) Edward Crisp, *Proceedings of the zoological Society of London*, part XXXII, p. 141 ; London, 1862.

(6) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, *Histoire naturelle, générale et particulière, des anomalies de l'organisation chez l'homme et chez les animaux*, t. I, p. 413 ; Paris, 1832.

situé à la face palatine de la mandibule supérieure, s'était développé à l'extérieur, en s'incurvant de bas en haut, pendant que la mandibule supérieure le précédait elle-même dans cette direction. A son extrémité libre, le tubercule hypertrophié était large d'une ligne, nettement arrondi, et entrelacé avec la mandibule supérieure, qui le coiffait dans une étendue de plus de deux lignes et un tiers. Depuis la commissure mandibulaire jusqu'à l'extrémité du tubercule arciforme, on comptait neuf lignes et demie, et, du même point de départ jusqu'au bout de la mandibule supérieure, huit lignes (mesure de Paris) (1).

Obs. XII. — Chez un Perroquet (*Psittacus erithacus*, Linn.) observé par Richard Owen, quelques-unes des couches cornées de la partie supérieure étaient écartées du reste de la mandibule, de telle sorte qu'il existait entre elles et cette dernière un intervalle de deux lignes environ. Le diamètre vertical de la portion cornée indépendante était également de deux lignes environ, tandis que le reste de la mandibule supérieure, au niveau de sa plus grande largeur, en mesurait six, — c'est-à-dire deux lignes de moins qu'à l'état normal, — circonstance qui prouve, selon l'observateur, que l'appendice corné n'était pas le résultat d'une suraddition. De plus, la configuration de la surface supérieure de la portion mandibulaire sous-jacente, au lieu d'être arrondie et convexe comme à l'état normal, présentait une brèche dont les dimensions correspondaient à celles du fragment isolé, tandis que ce dernier offrait, au contraire, à sa face supérieure, une forme convexe et un aspect lisse comparables à ce qu'on observe habituellement pour la mandibule supérieure. Enfin, ce qui prouve encore qu'il s'agissait d'une division et non d'une suraddition, c'est la situation même des narines, qui, comme cela a lieu d'ordinaire chez les oiseaux appartenant à la même espèce, correspondaient à l'intervalle des deux portions séparées et, par conséquent, étaient situées à deux lignes environ du bord supérieur de la mandibule complète qui résulterait de l'union de ces deux portions. Si, au contraire, la portion sous-jacente représentait une mandibule parfaite, et la portion supérieure une simple excroissance cornée, les narines auraient dû être situées à deux lignes environ plus bas qu'elles ne l'étaient en réalité. La portion détachée s'étendait, du reste, en avant, presque jusqu'à l'extrémité de la mandibule supérieure, tout en s'inclinant un peu vers le côté droit (2).

Obs. XIII. — Perrault rapporte l'observation d'un Coq chez lequel le bout

(1) Joh. Jäckel (de Sommersdorf), *Beiträge zur Ornithologie Frankens* (*Oken's Isis*, Bd. XLI, S. 31, Taf. VII, fig. III ; Leipzig, 1848).

Chez un Serin et une Perdrix observés par Otto, la mandibule supérieure était surmontée d'une production cornée, assez longue et contournée en spirale (voy. Ad. Wilhelm Otto *Bemerkungen über einen monströsen Kanarienvogel*, in-4°, mit Abbildungen, Hamburg, 1780, et *Lehrbuch der pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere*, S. 111 ; Berlin, 1830).

(2) Richard Owen, *On a Malformation of the Beak of Psittacus erithacus*, Linn. (*Proceedings of the zoological Society of London*, part II, p. 23 ; London, 1832.

du bec était partagé en trois, « comme si c'eût été trois becs joints ensemble » (1).

III

Bien que la mandibule inférieure paraisse échapper souvent aux modifications qui atteignent plus habituellement la supérieure dans sa configuration, elle n'est pourtant pas exempte des variations de cette nature, qui peuvent même porter sur elle exclusivement (obs. XIV, XV, XVI, XVII et XVIII).

Obs. XIV. — Chez un Chocard des Alpes (*Pyrrhocorax alpinus*, Vieill.), Moricand a vu la mandibule inférieure déjetée à gauche, presque dès sa base; de telle sorte que, la mandibule supérieure n'ayant point suivi cette direction, les deux mandibules ne s'appliquaient nulle part l'une sur l'autre.

Obs. XV. — Isid. Geoffroy Saint-Hilaire a vu sur un Serin (*Fringilla Canariensis*, Linn.) un prolongement anomal limité à la mandibule inférieure (2).

Obs. XVI. — Chez un Paléornis à collier (*Palæornis torquatus*, Vigors) dont une portion de la mandibule inférieure avait subi un allongement anomal, Max. Schmidt a vu la moitié droite du bord antérieur de cette mandibule se présenter sous la forme d'une bande longue et étroite de substance cornée, développée au point de dépasser de beaucoup la mandibule supérieure (3).

Obs. XVII. — Naumann rapporte avoir vu une fois un Corbeau freux (*Corvus frugilegus*, Linn.), rachitique, dont la mandibule inférieure était d'un pouce, environ, plus longue que la supérieure (4).

Obs. XVIII. — Chez une Pie (*Pica caudata*, Linn.) observée par Joh. Jæckel, la mandibule inférieure dépassait de trois lignes (mesure de Paris) la mandibule supérieure, normalement conformée (5).

IV

Mais les cas dans lesquels la mandibule inférieure est seule difforme sont relativement rares, et, le plus habituellement, la supérieure l'est en même temps qu'elle; soit que l'anomalie de l'une

(1) Perrault, *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des animaux*, p. 148; Paris, 1676.

(2) Isid. Geoffroy Saint-Hilaire, *loc. cit.*, Atlas, pl. I, fig. 1.

(3) Schmidt, *Schnabel-Missbildungen bei Papageïen* (*Der zoologische Garten*, Bd. VII, S. 312; Frankfürt-am-Mein, 1866).

(4) Joh. Andr. Naumann, *Naturgeschichte der Vögel Deutschlands*, Bd. II, S. 80; Stuttgart.

(5) Joh. Jäckel, *loc. cit.*, S, 25, Taf. VII, fig. IV.

ait été précédée de quelque altération de l'autre (obs. XIX), soit que les deux mandibules aient été atteintes simultanément de difformités différentes les unes des autres (obs. XX, XXI et XXII) ou semblables entre elles. Pour ne parler que des cas qui se rattachent à ce dernier groupe, nous ferons remarquer qu'il n'est pas rare, en effet, de voir les deux mandibules subir parallèlement une déviation qui rappelle singulièrement celle que l'on observe, à l'état normal, chez l'oiseau connu sous le nom de Bec-croisé (*Loxia curvirostra*, Linn.) ; et nous ajouterons que, comme cela a lieu normalement chez cet oiseau (1), du côté vers lequel la pointe fait saillie, le crâne et les muscles moteurs de la mandibule inférieure sont habituellement plus développés que du côté opposé (2).

La déviation cruciforme des deux mandibules n'est, du reste, pas la seule des difformités de ce genre dont les parties constituantes du bec puissent être atteintes, et l'on peut, par exemple, comme on l'a observé sur une Mésange charbonnière, voir les deux mandibules incurvées dans le même sens en forme de crochet (3). Mais cette réserve générale étant faite, la disposition croisée des mandibules n'en demeure pas moins relativement fréquente, ainsi que cela ressortirait déjà de la seule énumération des cas de ce genre, qui ont été rencontrés chez la Pie-grièche (*Lanius collurio*, Linn.) (4), chez la Corneille noire (*Corvus corone*, Lath.) (5), le Corbeau freux (6), le Choucas

(1) Voy. William Yarrell, *loc. cit.* — L. Brehm, *loc. cit.* — Joh. Jäckel, *Ueber Schnäbel-Missbildungen* (*Der zoologische Garten*, Bd. VII, S. 335 ; Frankfurt, 1866). — A. E. Brehm, *La vie des Animaux*, édition française revue par Z. Gerbe, t. III, p. 74 ; Paris, 1870.

(2) C. Bruch, Note additionnelle à un travail de H. Walter (*Der zoologische Garten*, Bd. V, S. 283 ; Frankfurt, 1864). — Voy. aussi Ch. Lud. Nytzsch, *Ueber die Bewegung des Oberkiefers der Vögel* (J. Fr. Meckel's *deutsches Archiv für die Physiologie*, Bd. II, S. 361-380 ; Halle, 1816).

(3) Joh-Jäckel, *Ueber Schnäbel-Missbildungen verschiedener Vögel* (*Der zoologische Garten*, Bd. VI, S. 134 ; Frankfurt, 1865).

(4) Voy. Naumann, *loc. cit.*, t. II, p. 33. — *Der zoologische Garten*, Bd. V, S. 284 ; Frankfurt, 1864. — *XI Bericht des naturhist. Vereines in Augsburg*, S. 14 ; 1858.

(5) Voy. P. Heinzel, in *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn*, Bd. I, S. 19 ; 1862. — H. Walter, *Eine Rabenkrähe mit Kreuzschabelbildung* (*Der zoologische Garten*, Bd. V, S. 283 ; Frankfurt, 1864).

(6) *XI Bericht des naturhistorischen Vereines in Augsburg*, Taf. II, fig. 1 ; 1858.

(*Corvus monedula*, Linn.) (1), le Casse-Noix (*Nucifraga caryocatactes*, Linn.) (2), le Merle draine (*Turdus viscivorus*, Linn.) (3), la Mésange charbonnière (*Parus major*, Linn.) (4), la Mésange noire (*Parus ater*, Linn.) (5), la Nonnette des marais (*Parus palustris*, Linn.) (6), la Mésange bleue (*Parus cœruleus*, Linn.) (7), l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*, Linn.) (8), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*, Linn.) (9), le Verdier ordinaire (*Fringilla chloris*, Linn.) (10), le Chardonneret (*Fringila carduelis*, Linn.) (11), le Guillemot troïle (*Uria lomvia*, Brünn.) (12), et enfin chez la Poule (13), qui en offre souvent des exemples très-nets, à différents degrés.

Obs. XIX. — Chez une Perruche ondulée (*Melopsittacus undulatus*), dont la mandibule supérieure, violemment heurtée dans une chute faite d'un lieu élevé, s'était trouvée brusquement recourbée en dedans (de telle façon que la pointe était ultérieurement reçue dans la mandibule inférieure), Neubert ne tarda pas à voir la mandibule intacte prendre graduellement un tel accroissement en longueur qu'elle dépassa bientôt la mandibule supérieure.

Obs. XX. — Chez une Mésange charbonnière observée par Moricand, les deux mandibules s'étaient considérablement allongées; mais, tandis que l'inférieure s'était redressée, la supérieure, déjetée à gauche dès sa base, s'était tordue en spirale.

Obs. XXI. — En décembre 1855, la Société d'histoire naturelle d'Augsbourg a reçu dans sa collection une Corneille (*Corvus corone*, Lath.) dont la mandibule supérieure était d'un quart plus courte que d'ordinaire, tandis que l'inférieure s'était hypertrophiée.

Obs. XXII. — Chez un Moineau femelle (*Passer domesticus*, Linn.) décrit

(1) Joh. Jäckel, *Ueber Schnäbel-Missbildungen verschiedener Vögel* (*Der zoologische Garten*, Bd. VI, S. 134; Frankfurt, 1865).
(2) *Bericht des naturhistorischen Vereines in Augsburg.*
(3) L. Brehm, cité par Joh. Jäckel, *loc. cit.*, p. 135.
(4) Naumann, *loc. cit.*, t. IV, p. 13.
(5) Naumann, *loc. cit.*, t. IV, p. 360.
(6) Naumann, *ibidem.*
(7) Leu, cité par Joh. Jäckel, *loc. cit.*, p. 135.
(8) Naumann, *loc. cit.*, t. IV, p. 161.
(9) Naumann, *loc. cit.*, t. IV, p. 240. — Joh. Jäckel, *loc. cit.*
(10) Naumann, *loc. cit.*, t. V, p. 66.
(11) Naumann, *loc. cit.*, t. V, p. 131.
(12) Naumann, *loc. cit.*, t. XII, p. 514.
(13) P. L. Panum, *Untersuchungen über die Entstehung von Missbildungen zunächst in den Eiern der Vögel*, Taf. X, fig. 1; Berlin, 1860

et figuré par Joh. Jæckel, la mandibule supérieure, mesurant trois quarts de pouce (mesure de Paris), s'était fortement incurvée en côté et se dirigeait presque aussitôt en travers, à partir de sa base jusqu'à son extrémité, qui était transversalement tronquée et mesurait deux lignes de large. La coloration gris-noirâtre de la partie bien conformée du bec se distinguait nettement de la partie déviée, qui avait la couleur jaune de la corne. Quant à la mandibule inférieure, également monstrueuse, elle était de moitié plus courte et recourbée en forme d'arc de haut en bas, au niveau de sa moitié antérieure, en deux parties séparées, distantes de deux lignes l'une de l'autre. Par suite, la mandibule inférieure ne s'adaptait qu'en partie et à peine à la supérieure (1).

V

Chez les oiseaux anomaux dont la face est double, tantôt chaque face est pourvue d'un bec bien distinct, normal (obs. XXIII) ou anomal (obs. XXIV et XXV) ; et tantôt, au contraire, un degré plus ou moins avancé de fusion s'étant produit entre les deux faces, on voit les deux mandibules inférieures tendre à se réunir, les deux mandibules supérieures restant encore distinctes l'une de l'autre (obs. XXVI) ou subissant elles-mêmes la même tendance et se rapprochant assez l'une de l'autre pour qu'on puisse croire, de prime abord, à l'existence d'une simple fissure médiane portant sur une mandibule unique (obs. XXVII).

Obs. XXIII. — Davaine a rencontré un Pigeon, à face double, dont les deux becs étaient complétement séparés (2).

Obs. XXIV. — Chez un Canard, opodyme, observé par Davaine, l'une des deux faces (la gauche), moins volumineuse que l'autre, présentait une mandibule inférieure bien développée, épaisse et recourbée de bas en haut, et une mandibule supérieure, très-rudimentaire, qui laissait à découvert presque toute la cavité buccale, et qui naissait immédiatement au-dessous de l'orbite, sans qu'il existât au-dessus d'elle aucune trace d'une ouverture des narines ou des fosses nasales (3).

Obs. XXV. — Chez un jeune Poulet, à face double, observé par Eugène Deslongchamps, il existait deux becs bien séparés, mais un peu plus courts que d'ordinaire. Chacun d'eux avait les mandibules soudées jusque vers le

(1) Joh, Jäckel, *op. cit.* (Oken' *Isis*, Bd. XLI, S. 32, Taf. VII, fig. 1 et 2 ; Leipzig, 1848).

(2) C. Davaine, *Duplicité de la face chez les oiseaux* (*Gazette médicale de Paris*, 3[e] série, t. IV, p. 875, obs. III ; Paris, 1850).

(3) C. Davaine, *loc. cit.*, p. 876, Obs. IV.

milieu de leur longueur, mais libres et bien développées dans leur moitié antérieure (1).

Obs. XXVI. — Chez un Poulet observé par Davaine, et dont les parties antérieures de la tête étaient doubles (la région postérieure et le reste du corps étant simples), les deux mandibules supérieures étaient normales et divergeaient suivant l'axe de la tête correspondante; tandis que les deux mandibules inférieures, plus rapprochées l'une de l'autre, se voyaient dans l'angle rentrant intercepté par les mandibules supérieures, auxquelles elles ne pouvaient s'adapter. Les deux mâchoires inférieures se réunissaient elles-mêmes au niveau de la partie cornée du bec, leurs branches internes se confondant et se terminant en arrière par une pointe aiguë, tandis que les deux branches externes formaient avec les deux précédentes un M majuscule dont la base regardait le crâne (2).

Obs. XXVII. — Chez un Poulet observé par Davaine, et dont les deux mandibules inférieures étaient réunies jusqu'auprès de leur extrémité antérieure, les deux mandibules supérieures offraient la disposition que nous venons d'indiquer, et l'erreur à laquelle nous avons fait allusion précédemment aurait pu être commise, si l'on n'avait tenu compte de la présence d'un troisième orbite contenant un œil unique (3).

VI

Telles sont les anomalies rencontrées jusqu'à ce jour dans la conformation du bec (4).

Parmi les oiseaux qui en sont atteints, ceux qui sont issus de parents vivant à l'état sauvage ne sont pas moins nombreux que ceux nés en domesticité (5), et peut-être, le plus souvent, comme

(1) Eugène Eudes-Deslongchamps, in *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 1re série, vol. VII, p. 195; Caen, 1863.

(2) C. Davaine, *loc. cit.*, p. 875; obs. I.

(3) C. Davaine, *loc. cit.*, obs. II.

(4) Ces difformités, lorsqu'elles sont d'origine congénitale, sont quelquefois accompagnées de déviations correspondantes dans la direction ou dans la configuration des plumes et des pattes. Nous nous bornons à signaler ici cette coïncidence, sur laquelle nous aurons à revenir dans un autre travail.

(5) Fr. Ch. Heusinger (*Recherches de pathologie comparée*, t. I, p. CXIV; Cassel 1847) fait une allusion générale aux formes singulières qu'offre quelquefois le bec des oiseaux sauvages; et Moricand, qui en rapporte plusieurs exemples que nous avons déjà cités, fait remarquer, avec soin, que les oiseaux sur lesquels ses observations ont porté, n'avaient jamais été tenus en cage, et vivaient en pleine liberté quand ils ont été tués. Les nombreux faits que nous avons résumés dans plusieurs des observations ne laissent, enfin, aucun doute sur l'exactitude de ce que nous venons de dire.

ces derniers (1), apportent-ils leur difformité en venant au monde (2). Mais, du reste, en dehors des conditions de la vie embryonnaire qui peuvent donner lieu aux diverses difformités du bec (3), l'oiseau, durant le cours de son existence, est exposé à subir le développement de quelqu'une d'entre elles, soit à l'occasion ou à la suite de quelque traumatisme (4), soit sous l'influence de quelque altération morbide (5), soit à la suite de quel-

(1) Chez les Poules, notamment, le fait n'est douteux pour personne, et, pour ne citer ici, parmi les cas qui ont été publiés, que quelques-uns des plus précis, nous rappellerons ceux qui ont été décrits et représentés par Panum (*op. cit.*, Taf. VII, fig. 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23).

(2) Quelquefois, comme cela est arrivé à Edw. Crisp (*loc. cit.*, p. 141) et à Joh. Jäckel (de Sommersdorf), *Ueber Schnäbel-Missbildungen verschiedener Vögel* (*loc. cit.*, S. 137), on rencontre, soit dans une même localité, soit dans une même volée, plusieurs oiseaux atteints de la même difformité, et, peut-être, est-il permis alors d'admettre qu'ils ont pu appartenir, pour un plus ou moins grand nombre, à la même couvée.

(3) Toute espèce de pression, de traction ou de torsion exercée sur le bec par quelqu'un des autres organes contenus avec lui dans l'œuf peut, à son tour, exercer sur le développement des mandibules une influence suffisante pour les rendre plus ou moins difformes (voyez P. L. Panum, *op. cit.*, p. 149 et 150 ; pl. VII, fig. 23) ; et, par conséquent (quoique nous ne soyons pas encore suffisamment éclairés sur ce point), il est permis de penser que la position de l'œuf durant l'incubation n'est pas indifférente à la production des difformités qui nous occupent, ainsi que cela ressort déjà des remarques d'Ét. Geoffroy Saint-Hilaire (*Lettre sur la Poule à profil humain*, in *Gazette médicale de Paris*, 1re série, t. I, p. 17 ; Paris, 1830) et de celles, plus récentes, de Camille Dareste (*Mémoire sur la production artificielle des monstruosités chez la Poule*, in *Mémoires de la Société de biologie*, 3e série, t. III, p. 164 et 184 ; Paris, 1862).

(4) La mandibule supérieure paraît être plus particulièrement exposée que l'autre à l'action des causes traumatiques, soit que la lésion se produise dans une chute (voyez l'observation XIX), soit qu'elle ait été déterminée par un coup de feu. Dans un cas de ce dernier genre, observé sur un Choucas, qui continua à vivre, Walser trouva la mandibule supérieure si complétement écrasée, que la moitié de la base de cette dernière subsistait à peine. Le bout de ce tronçon, médiocrement déchiqueté, présentait, à sa face supérieure, une petite dépression, en forme de gouttière, résultant du refoulement d'un petit éclat de la couche osseuse ; mais cette dernière n'était dénudée sur aucun point, grâce à l'épaisseur de la couche cornée externe qui se moulait exactement sur elle (Walser (de Schwabhausen), in *Correspondenz-Blatt des zoolog. mineralog. Vereins in Regensburg*, 1851, S. 84).

(5) Heusinger (*loc. cit.*) mentionne, notamment, un cas dans lequel le bec d'une Poule avait subi un accroissement marqué, à la suite d'une inflammation localisée.— De même, on peut attribuer à une altération de la charpente osseuse du bec la difformité observée par Naumann (*op. cit.*, t. IV, p. 161) sur une Alouette, qui présentait, au-dessus des narines, un tubercule dur, gros comme un pois, formant une sorte

que changement survenu dans les rapports respectifs des pièces mandibulaires (1), soit, enfin, comme conséquence probable des modifications insolites survenues dans le fonctionnement de ces organes (2).

VII

Les difformités du bec, très-différentes entre elles (et par leurs causes, et par la disposition des parties), ont, du reste, également, des effets très-différents sur l'avenir des oiseaux qui en sont atteints. Dans les cas très-anomaux par exemple, où, la face de l'embryon étant double, chacune des deux faces se trouve être

de caroncule à surface inégale, et chez qui le bout allongé et finement effilé de chacune des deux mandibules se recourbait en sens contraire de l'autre, à peu près comme font les branches d'une ancre marine. — De même, encore, c'est à la suite d'une altération de la surface externe du tissu corné que Joh Jäcker (*loc. cit.*, p. 137, en note) a vu, chez un Bruant jaune, la mandibule supérieure se recourber graduellement de bas en haut et être suivie dans ce mouvement par la mandibule inférieure, sans qu'il résultât de modifications dans les rapports respectifs des parties latérales de l'une et de l'autre.

(1) Dans un cas que nous avons déjà cité (voyez l'observation XIX), la mandibule inférieure d'une Perruche ondulée, ne trouvant plus dans la mandibule supérieure (accidentellement déviée) une entrave à son développement en longueur, avait fini par prendre graduellement, dans ce sens, un tel accroissement, qu'elle dépassa bientôt la mandibule supérieure.

Chez la Perruche à collier observée par Schmidt (voyez l'observation XVI), l'accroissement anomal de la mandibule inférieure paraissait tenir à ce que cette dernière, ne s'adaptant pas exactement à la supérieure et se trouvant déviée un peu en côté, n'avait pas pu s'user sur tous les points, d'une manière égale par le frottement.

(2) Quelles que soient les conditions particulières dans lesquelles le fait se produit (les sujets âgés y sont moins prédisposés, mais non pas moins exposés que les jeunes), le développement exagéré, aussi bien que l'usure prématurée des mandibules, ne survient, consécutivement aux troubles fonctionnels du bec, qu'à la faveur de certaines déviations, brusques ou lentes, qui modifient elles-mêmes, inévitablement, les rapports respectifs des pièces mandibulaires. Ainsi, chez le Bec-croisé (*Loxia curvirostra*, Linn.), la pointe des mandibules peut, dans les conditions de la captivité (faute de trouver de suffisantes occasions de s'user et de s'aiguiser régulièrement (voy. L. Brehm, *Die Kreuzschnabel*, in *Naumannia*, Bd. II, S. 189 ; Stuttgart, 1853), s'allonger assez pour empêcher absolument l'oiseau de prendre sa nourriture (Doebner, *Abnorme Schnäbel-und Zahnbildung*, in *Der zoologische Garten*, Bd. VI, S. 116 ; Frankfurt, 1865) ; et, de même, il n'est pas impossible que certains oiseaux, en faisant un trop fréquent usage de leur bec, finissent par l'user si rapidement que le tissu corné n'ait plus le temps de se réparer. C'est dans ces conditions, par exemple, qu'une Sittelle (*Sitta Europæa*, Linn.), observée par Bruhin (*Ueber deformen Schnä-*

pourvue d'un bec distinct, il peut arriver que l'oiseau, parvenu au terme de la durée de l'incubation, rompe la coquille en deux points différents (correspondant chacun à l'un des deux becs), et que la portion intermédiaire lui oppose une résistance insurmontable (1). On conçoit qu'alors, indépendamment des autres causes organiques qui auraient pu s'opposer à la viabilité ultérieure de l'oiseau, l'anomalie numérique des pièces mandibulaires soit déjà suffisante pour mettre un terme à l'existence du petit être, par suite de l'entrave accidentelle qu'elle apporte à l'éclosion.

Mais, le plus ordinairement, les choses sont beaucoup plus simples, et, si mal conformé que soit le bec, lorsqu'il est unique, en réalité, et surtout lorsque l'oiseau est exempt de toute autre grave difformité, l'anomalie des mandibules n'est, le plus souvent, pas incompatible avec l'entretien de l'existence (2). La plupart des oiseaux dont on a publié l'observation en vue de cette anomalie étaient, en effet, parvenus, ou à peu près, à l'âge adulte (3) et ont été tués accidentellement (4); mais, en revanche, il est juste d'ajouter que, dans un certain nombre de cas, ils n'ont pu

belbidungen, in *Der zoologische Garten*, Bd. VII, S. 150-151; 1866), avait, en quelques mois, fini par user profondément son bec, à force de casser continuellement des noisettes : non-seulement la mandibule supérieure (qui, comme on le sait, est plus longue que l'inférieure) était devenue tout à fait écourtée; mais, de son côté, la mandibule inférieure était aussi considérablement endommagée; de telle sorte que, vers la fin du mois de février, la longueur totale du bec mesurait, au moins, un quart de moins qu'au commencement du mois d'octobre.

(1) Dans un cas observé par Davaine (*loc. cit.*), l'oiseau fut trouvé ayant les becs engagés dans la coquille par deux trous différents.

(2) Il est pourtant quelques exceptions, et nous citerons notamment le cas de l'alouette dont nous avons déjà parlé (voy. l'observation II).

(3) Chez une Caille (*Coturnix communis*, Bonnat) adulte du sexe mâle, que j'ai examinée récemment, lors de l'ouverture de la chasse, les deux mandibules avaient subi, l'une et l'autre, un allongement marqué, sans rien perdre de leurs rapports respectifs : la supérieure mesurait $0^m,18$, et l'inférieure $0^m,015$. — L'oiseau, que je regrette de n'avoir pu observer de son vivant, paraissait avoir dû souffrir quelque gêne au point de vue de l'alimentation; car, bien que les diverses parties de son corps offrissent l'apparence de l'état adulte, néanmoins, le poids total était inférieur de 15 grammes à celui de plusieurs autres Cailles provenant de la même origine et normalement conformées sous tous les rapports.

(4) Le Perroquet observé par Richard Owen avait vécu six ans et se servait de son bec, comme à l'état normal. — Quant à la plupart des autres oiseaux, il ressort nettement de leur histoire qu'ils avaient généralement atteint l'âge adulte.

vivre qu'à la condition de manger en côté (1) ou de ne prendre pour nourriture que des substances qu'ils pouvaient saisir à l'aide de quelque artifice (2), et notamment sans avoir à rencontrer le sol ou tout autre plan résistant (3).

Nous ajouterons que quelquefois, surtout dans les cas d'allongement exagéré, la gêne qui résulte de la difformité du bec est pourtant assez grande pour que l'oiseau fasse certains efforts qui semblent avoir pour objet de l'en débarrasser. Mais, outre qu'il paraît difficile qu'il puisse y parvenir lui-même par des frotte-

(1) Le bec est, en général, un peu plus usé de ce côté que de l'autre; et, dans les cas où la mandibule supérieure, plus longue et plus incurvée que de coutume, tend à dépasser, en dessous, le niveau de la mandibule inférieure, si l'oiseau continue à s'en servir comme d'ordinaire, le bout qui dépasse s'use habituellement assez pour ne pas entraver complétement l'alimentation. Les Poules qui vivent dans des basses-cours dont le sol est dur échappent ainsi aux conséquences de leur difformité, bien mieux que celles qui vivent sur un terrain moins résistant.

(2) Ainsi, par exemple, la Perruche observée par Neubert se servait du prolongement de sa mandibule inférieure, comme d'une pelle, pour ramasser une certaine quantité de grains de millet, qu'elle laissait ensuite rouler, en arrière, à la rencontre de la mandibule supérieure, et qu'elle écrasait enfin entre la surface extérieure de la portion recourbée de cette dernière et la cavité de la mandibule inférieure.

La mauvaise conformation de la Poule observée par Fischer et Von Martius gênait beaucoup l'animal dans la préhension des aliments; car, le bec lui manquant presque en entier, ce n'est qu'avec la plus grande peine que cette Poule ramassait par terre les graines ou autres substances nutritives. En outre, la position avancée des narines l'empêchait de boire; et l'on fut obligé de la nourrir à la main, avec du pain trempé dans de l'eau ou dans du lait. Cet aliment paraissait même être sa nourriture favorite; et pourtant elle mangeait aussi, avec avidité, le chènevis qu'on lui présentait dans la main, sans dédaigner non plus la viande hachée, le blanc d'œuf, le fromage blanc, etc. — Bien qu'elle n'eût, en quelque sorte, pas de bec, elle n'en exécutait pas moins, après avoir mangé, les mouvements de tête ordinaires, pour nettoyer les deux côtés du bord des mâchoires, en les frottant contre la table ou contre le plancher.

(3) Edw. Crisp (*loc. cit.*, p. 141) a observé une perdrix (*Perdix cinerea*) qui, quoiqu'elle fût suffisamment bien portante avait dû probablement vivre ainsi surtout d'aliments verts; si l'on en juge par la présence des fanes de navets trouvées dans le jabot et dans le gésier.

La Poule observée par Fischer et Von Martius aimait surtout à manger dans la main des personnes qui l'approchaient, attendu qu'elle se fatiguait bien vite de prendre la nourriture par terre ou sur d'autres objets durs, en raison de la vive sensibilité des parties molles qui entouraient l'ouverture buccale et les mâchoires. Nous ajouterons que la crête (étant relativement située plus en avant, à cause du raccourcissement des mâchoires) était devenue plus épaisse et plus rouge qu'à l'ordinaire, par suite de son contact fréquent avec des corps durs, lorsque l'animal ramassait sa nourriture.

ments réitérés (1), quelques tentatives directes, faites dans le même sens par divers observateurs, prouvent, jusqu'à présent, que la destruction méthodique de toute la partie exubérante peut n'avoir elle-même d'autre effet que la suppression très-passagère de cette dernière (2), et non pas même le ralentissement de la sécrétion qui est normalement destinée à réparer très-vite les pertes de substance que le bec peut éprouver (3).

(1) Cependant, Neubert rapporte que la Perruche ondulée, dont il a déjà été question, faisait de continuels efforts pour se débarrasser du prolongement anomal de sa mandibule inférieure, et que, grâce à des frottements incessants contre son perchoir et contre les fils de fer de la volière, elle y réussit plusieurs fois.

(2) Voy. Neubert, *loc. cit.* — Schmidt, qui a pratiqué une fois cette opération sur un Paléornis à collier, conseille d'employer, dans ce but, une scie très-fine, de préférence à tout instrument tranchant.

(3) La puissance de régénération de la substance cornée du bec est, en effet, très-grande. On connaît depuis longtemps l'exemple d'un cas de ce genre observé par J. Wolf (*Regeneration eines Schnäbels*, in Voigt' *s Magazin für das Neueste aus d. Physik. und Naturgesch.*, Bd. V, S. 281-284; Gotha, 1803). — Parmi divers autres cas, nous pouvons prendre également, pour le citer, l'exemple d'une femelle de Héron pourpré (*Ardea purpurea*, Linn.), âgée de deux ans, chez qui, la mandibule supérieure ayant été partiellement emportée (près de la partie moyenne), le rapprochement et la cicatrisation se firent si solidement que, la moitié qui correspondait à la pointe s'étant soudée verticalement, la moitié basilaire ne pouvait plus, par suite, parvenir à se fermer (Voy. Joh. Jäckel, *loc. cit.*, p. 178; Frankfurt, 1865). — Enfin, nous citerons encore l'observation suivante, qui met bien en évidence l'activité avec laquelle se développe la couche cornée des mandibules. L'oiseau est un jeune Pic (*Picus major*, Linn.), que Joh. Büchele (de Memmingen) avait élevé, au sortir du nid, et auquel il avait limé, dans l'étendue de 2 à 3 lignes environ, les pointes du bec, dans l'espoir d'empêcher l'animal de donner des coups trop pénétrants sur les boiseries et sur les murs de l'appartement dans lequel on le laissait aller librement. Or, outre que les pointes repoussèrent assez vite pour obliger le possesseur de l'oiseau à renouveler, plus d'une fois par semaine, la petite opération, il arriva un jour, que le Pic, en tiraillant vigoureusement une chaînette métallique, s'arracha à moitié la garniture cornée de la mandibule inférieure ; et, quatorze jours plus tard, la perte de substance était réparée.

RECHERCHES

SUR LA

SEGMENTATION DE LA CICATRICULE

ET LA

FORMATION DES PRODUITS ADVENTIFS DE L'ŒUF DES PLAGIOSTOMES

ET PARTICULIÈREMENT DES RAIES

Par M. Z. GERBE

(PLANCHES XX, XXI ET XXII.)

Après sa belle découverte de la segmentation dans l'œuf des oiseaux, découverte qui comblait une grande lacune dans l'histoire du développement des animaux, M. Coste, invoquant l'analogie, put dire avec raison que, chez les Plagiostomes, la cicatricule seule, comme il l'avait vu chez les poules, les lézards, les serpents, les tortues, etc., devait être le siége de la segmentation.

De longues recherches faites au laboratoire de Concarneau depuis plusieurs années, et notamment en 1870, m'ont permis de recueillir des faits qui confirment pleinement cette proposition et qui, en même temps, jettent un certain jour sur le mode de formation des parties complémentaires de l'œuf des Plagiostomes : ce sont les raies qui me les ont fournis. Je résume ici mes observations à ce sujet.

Chez les raies, la cicatricule, immédiatement après que la vésicule qui en occupe le centre a disparu et que l'ovule a abandonné l'ovaire, manifeste un premier changement dans sa configuration. Les éléments organiques qui la composent, en quelque sorte disséminés et sans cohésion, se rapprochent, se condensent comme s'ils étaient sollicités par une force centrale, et à une cicatricule tout à l'heure très-déprimée, mince, à limites assez diffuses et assez étendues, succède une cicatricule plus limitée, bien accen-

tuée, formant un petit disque épais, saillant comme un bouton de variole et à bords nettement accusés (fig. 1, pl. XX). Ce travail de condensation est indépendant de toute influence de l'élément fécondant : il se produit sur l'œuf engagé dans l'oviducte, qu'il ait été imprégné ou non ; mais si la fécondation est intervenue, d'autres modifications surviennent, qui changent radicalement la constitution du germe. D'exclusivement granuleuse qu'elle était, la cicatricule acquiert un premier degré d'organisation : elle devient celluleuse. Pour en arriver là, les choses se passent ici absolument comme chez les espèces dont le germe est sous forme de disque. Un premier sillon de 2 millimètres environ d'étendue, semblable à une dépression que l'on produirait avec le tranchant de l'ongle sur de la pâte molle, se manifeste au centre de la cicatricule. Bientôt un deuxième sillon coupe celui-ci à angle droit ; puis, les sommets des quatre triangles qui résultent de ce sillonnement, se détachant par segmentation, forment autant de sphères organiques primitives qui subiront à leur tour une série de fractionnements. Le phénomène se poursuivant, de nouveaux sillons, qui donneront lieu à de nouvelles sphères organiques, s'avancent en rayonnant vers la circonférence de la cicatricule. Ce double travail : division incessante des sphères organiques, sillonnement de plus en plus multiplié du disque germinatif, va se poursuivant jusqu'à ce que toute la substance de la cicatricule ainsi fragmentée soit convertie en une membrane organisée, exclusivement composée de cellules juxtaposées et faiblement unies ensemble. Les figures 1 à 6 de la pl. XX sont l'expression de ces faits.

La segmentation de la cicatricule des Plagiostomes rappelle donc tout à fait celle des oiseaux et des reptiles dits écailleux ; cependant, on peut dire que dans sa marche elle est intermédiaire à ces deux types de vertébrés. En effet, le sillonnement, par rapport au travail qui s'opère au centre, où le phénomène a pris naissance, atteint, chez les raies, les bords de la cicatricule plus lentement que chez les oiseaux, mais plus rapidement que chez les reptiles ; pendant que la conversion en cellules des sphères organiques centrales, plus avancée que dans l'œuf des oiseaux, l'est beaucoup moins que dans celui des lézards et surtout des couleuvres,

chez lesquelles le milieu de la cicatricule est converti en cellules excessivement petites, lorsque les sillons de segmentation n'ont pas encore atteint le pourtour du germe. Les cicatricules de la poule et du lézard, que nous figurons comme terme de comparaison (pl. XXI, fig. 7 et 8), feront mieux saisir ces différences.

Dans quel point de l'oviducte et à quel moment s'accomplit, chez les Plagiostomes, le phénomène dont nous parlons ?

Nous savons, par les observations de M. Coste, que, chez la poule, la segmentation de la cicatricule ne commence pas avant que l'œuf ne soit arrivé dans le compartiment du canal vecteur, où se forment les membranes coquillères ; que cette segmentation est très-peu avancée lorsque l'œuf, pourvu de ces membranes, arrive dans la région utérine où se dépose la coquille, et que c'est là surtout qu'elle se poursuit et s'achève. En est-il de même chez les Plagiostomes ?

L'oviducte de ces poissons différant de celui des oiseaux, et leur œuf n'ayant pas absolument la même organisation, comme nous allons le voir, il semblerait qu'il doive y avoir une différence entre les deux types, eu égard au lieu et au moment où se fait la segmentation. Cependant il n'en est rien : le travail dont le germe est le siége se fait ici dans des conditions sinon identiques, du moins fort analogues à celles où nous le voyons se produire chez les oiseaux. C'est lorsque l'ovule, descendu de l'ovaire, a revêtu tout son albumen et en grande partie sa coque, que commence la segmentation de la cicatricule chez les raies, et c'est pendant le séjour qu'il fait, avant la ponte, dans le dernier compartiment de l'oviducte, qu'il se continue et s'achève. Ce compartiment, chez les Plagiostomes, a été assimilé à la portion utérine du canal vecteur des oiseaux. Le phénomène s'accomplit donc ici à peu près dans les mêmes conditions que chez la poule.

J'ajouterai que l'on trouve invariablement deux œufs dans les oviductes des raies (un dans chaque oviducte), et que les modifications que la cicatricule présente dans l'un et dans l'autre sont toujours les mêmes, ce qui fait supposer que leur chute de l'ovaire et leur entrée dans les oviductes doivent être à peu près simulta-

nées. Je dirai aussi que, le plus généralement, le cicatricule occupe sur le jaune le point qui regarde la trompe.

Il me reste à examiner si, pour ce qui concerne les parties complémentaires de l'œuf, nous trouverons la même analogie.

Les Plagiostomes se développant, les uns dans l'oviducte, les autres au sein du monde extérieur, cette différence de milieu, si je puis ainsi dire, entraîne nécessairement une différence dans la constitution de l'œuf. Chez les premiers, l'organe incubateur de la mère suffisant à tout ce qui peut assurer l'évolution embryonnaire, les éléments accessoires de l'œuf, c'est-à-dire les enveloppes protectrices et l'albumen sont réduits à leur plus simple expression, et manquent même dans certaines espèces, comme le sagre (*Squalus spinax* Lin.) ; chez les seconds, tous les phénomènes évolutifs qui succèdent à la segmentation de la cicatricule devant s'accomplir hors du sein maternel, l'ovule, et plus tard l'embryon, avaient besoin, et d'enveloppes qui les missent à l'abri des causes de destruction, et de substances albumineuses que ne pouvait leur fournir le milieu dans lequel ils sont pondus. Aussi l'œuf de ces derniers, parmi lesquels comptent les raies, que j'ai plus particulièrement en vue, est-il pourvu, à sa sortie de l'oviducte, d'une coque qui varie dans sa forme selon l'espèce, d'un albumen et d'une membrane chalazifère.

Chez les raies, la coque est composée de plusieurs couches superposées, intimement unies, mais ayant chacune leurs caractères propres, et ces couches se décomposent elles-mêmes en plusieurs lames ou feuillets (pl. XXII, fig. 11). La plus profonde, celle qui se trouve au contact de l'albumen (*ci*), mince, d'un châtain clair à la loupe simple, assez franchement irisée, montre, au microscope, des séries obliques de fibres excessivement fines, courtes, souvent onduleuses et se croisant. Au-dessus d'elle se détache, par sa teinte jaunâtre, une seconde couche (*cm*) plus épaisse, d'apparence cellulaire, mais exclusivement aréolaire (pl. XXII, fig. 12 et 13 *cm*). Celle-ci est limitée à son tour par une troisième couche (*ce*) de même nature et de même couleur que la première. Enfin une quatrième couche, bien différente des précédentes, vient compléter extérieurement la coque. Cette qua-

trième couche, d'un brun-marron bien prononcé, comme tomenteuse à sa surface et principalement sur les bords et les appendices de l'œuf, est formée de fibres relativement grossières, isolées ou réunies en faisceaux plus ou moins volumineux, parallèles entre elles et disposées dans le sens longitudinal de l'œuf (pl. XXII, fig. 13, *d*). Celles des fibres qui n'étant pas totalement incorporées dans la paroi de la coque, simulent une sorte de bourre flottante, contribuent à fixer l'œuf aux corps étrangers.

Je viens de dire que ces diverses couches avaient entre elles des rapports fort étroits : il est très-difficile, en effet, de les isoler par la dissection, comme on isole les deux feuillets principaux de la membrane coquillière de l'œuf des oiseaux; cependant, la séparation devient possible lorsque, après avoir fait macérer dans de la potasse à froid un fragment de coque, on l'immerge dans une très-faible solution de nitrate d'argent. Sous l'action de ces deux agents, la couche profonde et les deux couches les plus superficielles s'isolent presque d'elles-mêmes, en totalité ou en partie, de la couche aréolaire, qui apparaît alors avec tout son caractère.

Il n'y a donc rien ici qui rappelle, de près ou de loin, une coquille proprement dite; nous ne trouvons qu'une enveloppe protectrice d'une structure particulière, enveloppe qui, dans son ensemble et en forçant l'analogie, pourrait, jusqu'à un certain point, être comparée à la membrane coquillière de l'œuf de la poule, ou plutôt à la coque fibreuse de l'œuf des serpents.

L'albumen (fig. 10, *a*), beaucoup moins abondant que celui des oiseaux, en diffère encore par d'autres caractères : il est plus fluide et très-peu coagulable; il a la même densité dans toute son épaisseur et ne présente aucune trace de ces zones concentriques de dépôt, si visibles dans l'œuf de la poule fraîchement pondu, et surtout sur l'œuf dont le blanc est en voie de formation.

Enfin, la membrane chalazifère (*z*,*z*), excessivement ténue, terminée par deux chalazes (*ch*,*ch*) de volume inégal, très-peu tordues et se perdant dans l'albumen, n'est point comme dans l'œuf de la poule, immédiatement au contact de la sphère vitelline; elle forme une sorte de sac que remplit un fluide muqueux hyalin, dans lequel flotte librement l'ovule, d'où l'on peut conclure que cette mem-

brane n'a pas pour fonction, comme chez les oiseaux, de maintenir le jaune (*o*) dans une position déterminée.

Quelle est la source de ces divers éléments?

Nous savons, par les recherches de Purkinje et notamment de M. Coste, que l'ovule des oiseaux, en parcourant le long canal flexueux que représente l'oviducte, s'enveloppe successivement et dans autant de régions distinctes, de la membrane chalazifère, de l'albumen, de la membrane coquillère et de la coquille, dont nous venons de voir qu'il n'y a pas trace chez les raies; nous savons aussi qu'il se revêt de ces produits en exécutant dans son parcours un mouvement de rotation selon un de ses axes.

Chez les raies où l'oviducte, sauf dans la région qui fournit la membrane chalazifère, n'a ni la même structure ni la même forme, il ne saurait en être de même. Ce n'est plus dans un canal de 35 à 40 centimètres d'étendue, pourvu dans le sens de sa longueur de volumineux plis mucipares que seront sécrétés, d'abord l'albumen, puis la coque; mais c'est dans une glande parfaitement circonscrite (pl. XXI, fig. 9, *gl.*), épaisse au plus de quelques centimètres, située un peu au-dessus du milieu de l'oviducte, dont elle forme sur ce point la paroi, et dont la cavité que doit traverser l'ovule est aplatie et dilatée latéralement, comme l'est celle de l'utérus de la femme à l'état de vacuité. Sous une masse unique, cet organe, partie intégrante, je le répète, du canal vecteur, quoique différemment organisée, est un composé de plusieurs ordres de tubes glandulaires. Les uns simples, assez courts, presque droits, rangés côte à côte, sont placés tout à fait au débouché du conduit tubaire et y simulent deux coussinets de médiocre épaisseur; les autres, plus longs, plus épais, plus flexueux, souvent dichotomes, constituent la plus grande partie de la masse glanduleuse et enveloppent extérieurement les coussinets dont je viens de parler, comme dans un fruit à noyau le mésocarpe enveloppe l'endocarpe. Les premiers fournissent l'albumen proprement dit; les seconds les mucus formateurs de la coque, et tous versent leurs produits dans la cavité de la glande, mais sur des zones (trois au moins) bien distinctes.

De cette disposition, on pourrait déjà inférer que les mouvements de rotation du globe vitellin dans la glande sont impos-

sibles, et que la production de l'albumen et de la coque, au lieu d'être successive comme chez les oiseaux, est simultanée ou à peu près. C'est en effet ce qui a lieu. L'ovule qui, dans son passage à travers la première région de l'oviducte où il reçoit la membrane chalazifère et les liquides qui délient le jaune, a pu exécuter quelques mouvements de rotation dans le sens de son axe longitudinal, comme l'indique la torsion des chalazes, l'ovule, une fois arrivé dans la cavité de la glande, est en quelque sorte condamné par la forme même qu'affecte cette cavité, non plus à rouler, mais à couler, si je puis ainsi m'exprimer. Du reste, la preuve qu'il en est ainsi, c'est que le blanc, comme je l'ai dit plus haut, n'est point déposé par couches concentriques, mais est simplement versé autour du jaune qui l'entraîne dans son passage; d'un autre côté, les fibres de la coque, au lieu d'être circulaires, ont une direction longitudinale d'arrière en avant, comme si l'œuf, en totalité, avait passé par une filière.

Ce qui démontre également que l'albumen et le mucus formateur de la coque sont sécrétés simultanément et non successivement, ainsi qu'on le constate chez les oiseaux, c'est que ces deux produits ne se rencontrent jamais l'un sans l'autre. Un œuf à moitié engagé dans la glande, et qui possède une partie de son albumen, possède en même temps une partie de sa coque; et si celle-ci n'est pas encore résistante et subcornée comme elle le sera plus tard, du moins se distingue-t-elle déjà, même dans les points en formation, et par sa couleur, et par la nature du mucus destiné à la constituer.

Je ne saurais passer sous silence un fait assez singulier, dont je ne vois d'exemple nulle part : l'œuf, pourvu des parties accessoires que fournit la glande, descend dans la région utérine de l'oviducte, non pas dans toute son expansion, c'est-à-dire avec la forme quadrilatère qu'on lui connaît, mais plié sur lui-même, les deux cornes de l'extrémité qui s'engage étant presque en contact par une de leurs faces (pl. XXI, fig. 9, *œ*). Ce n'est que plus tard qu'il rentre dans sa forme normale.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XX.

Fig. 1. — Cicatricule d'un œuf de Raie dont la coque était à moitié formée, l'autre moitié étant en voie de formation dans la glande.

Fig. 2 et 3. — Cicatricules d'œufs de Raies dont la coque était aux deux tiers formée.

Fig. 4 à 6. — Cicatricules d'œufs de Raies, à divers degrés de segmentation, après la formation complète de la coque, l'œuf étant dans le dernier compartiment de l'oviducte.

Fig. 1'. — Coupe transversale de la cicatricule après la concentration des éléments qui la composent.

Fig. 3'. — Coupe transversale d'une cicatricule répondant à la fig. 3.

Fig. 5'. — Coupe transversale d'une cicatricule répondant à la fig. 5.

Fig. 7. — Groupe de cellules centrales de la fig. 6, vues à un fort grossissement.

Nota. Les fig. 1 à 6 sont vues de face et grandies environ dix fois.

PLANCHE XXI.

Fig. 7'. — Cicatricule segmentée de l'œuf de la Poule. Empruntée à l'atlas de M. Coste.

Fig. 8. — Cicatricule segmentée de l'œuf du Lézard vert.

Ces deux figures, comparées à la fig. 4 de la planche précédente, expriment la différence qu'offre la marche du phénomène dans les trois types.

Fig. 9. — Figure destinée à montrer la forme de l'œuf de la Raie au moment où il arrive dans la région utérine de l'oviducte. *œ*, œuf plié sur luimême et en partie engagé dans cette région ; *gl*, glande dans laquelle se forment les parties complémentaires de l'œuf.

PLANCHE XXII.

Fig. 10. — Œuf de Raie complet et à la veille d'être pondu : il est ouvert, et la partie de la coque incisée et rabattue laisse voir l'ovule ou sphère du jaune *o*, sur lequel se détache en blanc la cicatricule ou germe *c*; la membrane chalazifère *z*,*z*, pourvue de ses chalazes *ch*,*ch*; l'albumen *a*, compris entre la membrane chalazifère et les parois internes de la coque.

Fig. 11. — Fragment de coque d'un œuf de Raie vu par sa face externe (grossi).

Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un fragment de coque montrant en *ci*,*om*, *ce* et *d*, les diverses couches qui la composent (grossi).

Fig. 12. — Lame isolée et considérablement grossie de la deuxième couche *em* de la coque.

DESCRIPTION ET STRUCTURE

DE LA

TUNIQUE MUSCULAIRE DE L'ŒSOPHAGE

CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX

Par le Dr GILLETTE

Prosecteur à la Faculté de médecine de Paris.

Dans cet essai sur la structure musculaire de l'œsophage, mon unique intention est de chercher à compléter tant soit peu le court exposé que nos anatomistes modernes ont consacré à cette étude, et de faire voir la différence, parfois très-grande, qui existe entre la disposition des fibres envisagées chez l'homme, et celles qu'elles affectent dans quelques espèces animales. J'ai cherché également si l'œil pouvait, à l'aide du microscope, déterminer d'une façon précise la place qu'occupent les fibres lisses et les fibres striées, ainsi que la proportion de ces deux éléments musculaires entre eux.

La *tunique charnue* de l'œsophage appartient à cette grande section du système musculaire qui comprend les muscles intérieurs, comme le disait Béclard, ou ceux de la vie organique, comme le voulait Bichat, si on a le soin d'admettre que l'une ou l'autre de ces divisions ne comporte avec elle que l'idée de l'*indépendance de la volonté;* mais il en est tout autrement si l'on envisage la structure histologique de cette tunique, car tous ces muscles intérieurs sont entièrement composés de fibres cellules, tandis que dans l'œsophage, les deux éléments lisse et strié se mélangent en quantité variable; nous verrons même que dans plusieurs espèces animales la striation s'observe d'un bout à l'autre du conduit.

L'expression de muscle soustrait à l'empire de la volonté n'entraîne donc pas toujours avec elle celle de muscle constitué uni-

quement par des fibres lisses, d'après ce que nous venons de voir pour l'œsophage : il en est de même pour la partie inférieure du gros intestin. Aux deux extrémités du tube digestif, l'œsophage et le rectum, que les auteurs classiques ont voulu à juste titre rapprocher quant à l'anatomie descriptive, ont également une ressemblance histologique et constituent à ce dernier point de vue la transition entre le système musculaire strié et celui à fibres lisses. Mais cette transition, pour l'un et l'autre de ces conduits, n'a pas lieu d'une façon brusque, et ce n'est que peu à peu, comme nous le verrons, que l'on y voit disparaître la striation.

Est-il bien exact d'appliquer la dénomination de *muscle creux* à la tunique musculaire de l'œsophage? Le conduit tout entier est un tube cylindrique, il est vrai, mais le muscle, se conformant à cette disposition, est formé par des éléments étalés circulairement et juxtaposés de façon à représenter une paroi ou membrane ; de sorte que son ensemble devrait porter plutôt le nom de *muscle membraniforme*.

CHAPITRE PREMIER.

TUNIQUE MUSCULAIRE DE L'ŒSOPHAGE CHEZ L'HOMME.

La constitution charnue de l'œsophage est connue des anatomistes depuis bien longtemps, mais ce n'est guère qu'au commencement de ce siècle que la direction et les insertions des fibres qui composent cette tunique ont été établies avec quelque précision. Au XVI[e] siècle, A. Paré se contentait de dire : *L'œsophague (voye du manger et boire) est de substance moyenne entre* CHAIR *et nerf, à raison qu'il est composé d'une membrane nerueuse et l'autre* CHARNUE..... *La charnue mise en dehors est tissue de* FILAMENTS TRANSVERSAUX, *pour accélérer tant le boire et le manger que les vomissements ou vents reietés de l'estomach au dehors.*

Évidemment, d'après cet exposé, A. Paré n'avait observé que les fibres annulaires de l'œsophage.

Au milieu du XVII[e] siècle, Thomas Willis décrit deux directions de fibres ; mais, en théoricien un peu subtil, il compare cette

membrane musculeuse à un *muscle perforé;* c'est là, à notre avis, une acception encore moins exacte que celle de muscle creux, dont nous parlions tout à l'heure.

En 1732, Winslow donna son *Exposition anatomique de la structure du corps humain.* Nous condamnons énergiquement l'épithète d'*inintelligible aux étudiants* que Portal applique avec beaucoup trop de légèreté à l'anatomie de ce grand homme, mais nous ne pouvons nous défendre de trouver une certaine obscurité dans la description qu'il donne des fibres de l'œsophage : « La » seconde tunique, dit-il, est composée de *différentes couches de* » *fibres charnues* ; les plus externes sont, *pour la plupart*, longi- » tudinales ; les *couches suivantes* sont obliquement transver- » sales; celles d'après sont plus transversales et les internes biai- » sent à contre-sens. » Il ajoute aussi qu'elles se croisent toutes, en plusieurs endroits, très-irrégulièrement, *sans être spirales ni annulaires.*

Albinus (Leyde, *De deglutitione*, 1740), qui a si bien étudié les muscles du pharynx, ne donne pas une description très-détaillée de ceux qui composent l'œsophage.

En 1744, Fred. Ruysch, qui semble vouloir, au contraire, simplifier la structure musculaire de l'œsophage, dans le t. III de son *Thesaurus animalium anatomicus*, représente un dessin portant le n° LXXVII, et le définit de la manière suivante : *Portio œsophagi humani, liquori limpido innatans, in quâ distinctissime videri possunt* FIBRÆ CARNEÆ *tam longitudinales seu externæ, quam circulares, seu internæ.* Ailleurs encore, à propos d'une autre figure représentant l'estomac suspendu à un œsophage dont les fibres longitudinales ont été préparées, le même anatomiste, *Loc. cit...... Secundus, asser tertius*, n° XIV, 3, se laissant aller à une interprétation physiologique, dit : *Œsophagum hujus stomachi ita esse preparatum ut fibræ musculosæ, et longitudinales, quarum ope œsophagus, ubi necesse est, abbreviatur, hic luculenter conspici possint.*

L'anatomie un peu succincte de Laurent Heister, qui date de la même époque, ne fait que les mentionner sans les décrire.

Deux ans après, c'est-à-dire en 1746, paraissait la belle *Anatomie*

historique et pratique de Lieutaud que l'on peut considérer comme *le Cruveilhier de son époque*, car presque toutes ses descriptions brillent par l'ordre et la clarté et sont d'une exactitude si parfaite, que l'on se prend parfois, en le lisant, à croire que l'on a sous les yeux un livre moderne. S'exprimant bien nettement en ce qui concerne les fibres charnues de l'œsophage, ce grand anatomiste dit : « Ces fibres forment *deux plans* qui embrassent le conduit dans toute son étendue ou qui le forment : *celles du plan externe sont longitudinales*, c'est-à-dire qu'elles sont à peu près parallèles à l'axe du canal. *Les fibres qui composent le plan interne* coupent les précédentes à angle droit et *forment des cerceaux irréguliers* ou des spirales interrompues très-propres à resserrer ce canal. » Sous ce dernier point de vue, Lieutaud a commis une légère erreur.

En 1785, J. Bleuland (*Observationes anatomico-medicæ de sanâ et morbosâ œsophagi structurâ*, Leyde) et, en 1803, V. Malacarn (*Sull'esofago, sulle intestine, e sopra alcune valvule del tubo alimentare*, Padoue), n'ajoutent rien à la courte description des fibres musculaires de l'œsophage qu'en ont faite les auteurs qui ont précédé.

C'est notre illustre Boyer qui, dans son Traité complet d'anatomie de 1815, donne le premier, sur cette tunique, l'exposition la plus simple, la plus précise et qui surtout fournit quelques détails relatifs à l'insertion supérieure des fibres longitudinales : quant à l'étude histologique, il n'en dit mot.

Nos anatomistes modernes, Meckel, Blandin, MM. les professeurs Cruveilhier et Sappey ont ajouté peu de chose à la description qu'en donne Boyer, si ce n'est toutefois quelques détails bien importants, mais un peu incomplets, sur la structure histologique de cette tunique musculeuse.

Nous nous occuperons :

1° De la tunique musculaire de l'œsophage chez l'homme, examinée *à l'œil nu ;*

2° De son étude *histologique*.

§ 1. — Étude à l'œil nu.

a. *Mode de préparation.* — Il est de toute nécessité, pour se livrer à cette étude, de *distendre l'œsophage*, soit par l'insufflation, soit par le crin ; car, lorsqu'il est vide, le conduit est affaissé sur lui-même, et ses parois devenant contiguës, n'en permettent pas un facile examen. On peut aussi, après l'avoir incisé longitudinalement, l'étendre sur une plaque de liége et enlever, avec des pinces, le tissu cellulaire ou la muqueuse qui voilent le tissu musculaire ; le premier moyen me semble préférable.

Par la *dessiccation*, on n'obtient rien : c'est à l'*état frais* que la musculature œsophagienne donne une idée exacte de sa couleur, de son épaisseur et de la direction de ses fibres ; mais c'est surtout, après avoir rempli le conduit de crin blanc, par l'*immersion dans l'eau bouillante*, prolongée à peine pendant deux ou trois minutes et répétée chaque fois qu'il veut procéder à un nouvel examen, que l'anatomiste peut se rendre compte de la disposition de ces faisceaux.

Couleur et épaisseur se modifient, il est vrai, par ce procédé, car l'œsophage se *ratatine* un peu, c'est-à-dire perd de sa longueur et de son calibre ; mais les fibres deviennent beaucoup plus visibles, s'écartent aisément les unes des autres du côté opposé à celui où l'on vient à incurver le cylindre œsophagien, et en raison de la *fermeté* qu'elles ont acquise, elles peuvent être suivies à l'aide des doigts ou d'un manche de scalpel avec beaucoup plus de facilité et sans risquer de se déchirer, comme à l'état frais, pourvu qu'on n'exerce pas une traction trop forte.

La dissociation des fibres s'obtient également par la *macération* dans l'eau simple ou additionnée de 1/20 d'alcool phéniqué. Mais ce moyen me semble moins profitable, car si l'on dépasse un certain temps variable suivant les sujets, les fibres, loin d'acquérir une fermeté plus grande, se cassent facilement et ne peuvent plus être examinées avec fruit.

Je me suis servi aussi, pour rendre ces fibres plus apparentes, d'un mélange de 15 parties d'eau et de 1 partie d'acide azotique

penseur de l'œsophage, qui, situé immédiatement au-dessous du bord supérieur du cricoïde, adhère intimement à la saillie que fait la crête mentionnée sur la partie postérieure médiane de ce cartilage.

Ce tendon, que le microscope nous a démontré être formé par des fibres de *tissu lamineux* et une grande proportion d'*éléments élastiques*, donne naissance à toutes les fibres du faisceau médian, par son extrémité inférieure (*fibres verticales*) et par ses deux faces latérales (*fibres obliques*), de sorte que ces fibres s'échelonnent sur toute la hauteur de ces dernières, à la manière des nerfs qui constituent la queue de cheval de la moelle épinière; elles sont de moins en moins obliques, à mesure que l'on se rapproche de la partie supérieure, et divergent en bas et en arrière, à la manière d'un éventail.

Pour voir et disséquer ce tendon, il suffit d'ouvrir l'œsophage et le pharynx par sa face postérieure ; en exerçant en bas une légère traction sur ce conduit, la pulpe du doigt sent, en arrière du cricoïde, une corde bien manifeste ; on n'a plus alors qu'à détacher la muqueuse et les rares fibres annulaires qui le voilent, pour apercevoir directement et disséquer ce petit septum membraneux élastique.

2° Des *fibres latérales*, minces, peu accusées et trop peu nombreuses pour pouvoir porter le nom de *faisceaux latéraux*, que leur donnent les auteurs, naissent de la trame cellulo-fibreuse (doublant la muqueuse), qui recouvre les muscles crico-arythénoïdiens postérieurs, et des parties latérales du cricoïde ; quelques-unes semblent se détacher du bord inférieur du constricteur inférieur du pharynx ; elles ont la même direction que les précédentes.

Nées de ces diverses insertions, les fibres de ce muscle crico-œsophagien descendent, les unes verticalement, ce sont les antérieures : toutes les autres se portent en bas et en arrière, et après un trajet de 4 à 5 centimètres, se fusionnent de façon à constituer, en s'étalant tout autour de l'œsophage, une membrane musculeuse longitudinale à peu près uniformément étendue, car ce n'est guère qu'en haut et à la partie postérieure que l'on peut

distinguer dans l'intervalle que ces fibres laissent entre elles, une partie du plan circulaire profond. La disposition de ces fibres s'observe surtout avec netteté quand on a soumis, comme je l'ai dit plus haut, l'œsophage à l'immersion dans l'eau bouillante ; on peut alors détacher facilement, avec la pulpe des doigts, de véritables *écheveaux* ou *tresses* de faisceaux longitudinaux, moins gros mais plus serrés les uns contre les autres à la partie supérieure, plus épais, aplatis et plus dissociés en bas. Les uns sont parallèles, d'autres s'entrecroisent, d'autres se divisent, et s'anastomosant laissent entre eux de *petits espaces losangiques* par où pénètrent les vaisseaux et nerfs du conduit. Cet entrecroisement et les anastomoses ont lieu, non-seulement suivant la superficie, mais encore suivant la profondeur, c'est-à-dire que des fibres superficielles deviennent profondes et réciproquement; dans certains endroits, il se fait même un enchevêtrement complet, presque inextricable.

Nous avons cru remarquer que les faisceaux les plus superficiels étaient les plus gros, tandis que les profonds étaient au contraire plus fins. Quelques-unes s'entrecroisent aussi avec des fibres du plan circulaire.

On voit d'après cette description que, par sa disposition, cette première tunique musculeuse de l'œsophage a plus d'un point de ressemblance avec celle du rectum, où l'on retrouve également des faisceaux épais, longitudinaux, s'étalant en couche uniforme tout autour de cette partie de l'intestin. On pourrait même pousser la comparaison plus loin et voir une certaine analogie d'insertion entre le *muscle crico-œsophagien*, que nous venons de décrire, et les deux faisceaux mentionnés par Treitz sous le nom de *muscles recto-coccygiens* ; le premier est le rétracteur de l'œsophage, les derniers sont les rétracteurs du rectum.

Plan profond à fibres annulaires. — On le prépare, soit en enlevant avec précaution la couche superficielle, soit en retournant l'œsophage comme un doigt de gant et en le distendant avec du crin. On remarque alors que ce plan interne, agent de propulsion du bol alimentaire, a une *coloration* moins foncée que

celle des fibres précédentes, mais que son épaisseur, quoique moindre, est un peu *plus uniforme.*

En haut et en avant, quelques anatomistes ont nié la présence de ces fibres. Nous croyons pouvoir affirmer qu'elles existent sur toute la longueur du canal; seulement elles sont plus rares, plus espacées à la partie antéro-supérieure, où elles ne forment qu'une couche extrêmement mince. C'est surtout dans les deux tiers inférieurs que cette couche acquiert son maximum d'épaisseur.

Toutes ces fibres sont annulaires ou circulaires, mais il ne faudrait pas croire qu'elles constituent des anneaux musculaires réguliers superposés les uns aux autres, comme les cerceaux de la trachée par exemple; il n'en est rien, car si l'on prend soin d'en faire l'examen par la face interne de l'œsophage, après avoir enlevé la muqueuse et la celluleuse, on voit des anneaux complets ou incomplets, tantôt parallèles, tantôt s'entrecroisant sous des angles plus ou moins aigus et reliés souvent entre eux par des fibres qui se détachent d'un anneau pour aller se joindre à un des anneaux voisins. Lieutaud, Meckel, et, après eux, plusieurs anatomistes, avaient cru à une disposition *spirale des fibres :* c'est là, je crois, une interprétation erronée, seulement nous devons dire que ces fibres ne sont pas toutes horizontales, c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe du conduit; c'est une observation qui certes n'offre aucune difficulté, et je m'étonne que nos anatomistes l'aient passée sous silence.

Les *fibres supérieures* sont presque toutes horizontales et paraissent continuer le constricteur inférieur du pharynx, dont elles partagent l'insertion cricoïdienne; quelques auteurs, depuis Chaussier, ont donné à l'ensemble de ces fibres le nom de muscle crico-œsophagien : nous pensons qu'il vaut mieux réserver cette dénomination pour la couche de fibres longitudinales que nous avons précédemment décrite.

Les *anneaux moyens* ne présentent pas de régularité; ils s'inclinent plus ou moins obliquement les uns sur les autres, de façon à décrire des *espèces d'ellipses* qui se croisent sous des angles parfois très-aigus, et s'anastomosent en laissant, comme pour le plan superficiel, des ouvertures de passage pour les vaisseaux et nerfs.

Les *anneaux inférieurs* redeviennent transversaux et offrent une épaisseur assez considérable, mais dont l'ensemble ne peut être comparé en rien au *sphincter* que nous allons retrouver chez certains animaux, et en particulier chez le cheval; enfin, plus bas, les fibres cessent d'être horizontales; elles ne forment pas un plan uniforme et recommencent à s'incliner de plus en plus pour s'entrecroiser sous des angles aigus, et aller former les deux plans internes de la paroi musculaire de l'estomac.

Ces anneaux musculaires font quelquefois saillie à l'intérieur du conduit et donnent lieu alors à un *œsophage à colonnes.* Quant à la couche de tissu cellulaire que Boyer décrit comme séparant le plan interne de la couche superficielle, nous n'en avons pas observé de trace; les deux plans sont complétement accolés l'un à l'autre.

II. Fibres accessoires. — Outre ces fibres propres que nous venons d'esquisser, la paroi musculaire de l'œsophage reçoit plusieurs *faisceaux de renforcement* beaucoup plus petits et bien moins importants que les premiers, mais qui ne méritent pas moins d'être connus des anatomistes.

Ces faisceaux n'offrent jamais une constance et une régularité aussi parfaites : leur nombre en est variable. Ils sont moins nets, bien plus pâles, très-courts, aplatis, souvent difficiles à distinguer à l'œil nu, au milieu du tissu connectif qui entoure l'œsophage et qui leur forme parfois une gaîne celluleuse, exigeant enfin le plus souvent l'emploi du microscope pour y laisser voir une structure véritablement musculaire, dont nous nous occuperons dans un instant.

Ils proviennent des *organes les plus voisins avec lesquels le conduit œsophagien se trouve en connexion*, mais ne s'échelonnent pas sur toute sa longueur. Nous n'en avons presque jamais observé dans la portion cervicale du canal, aussi pouvons-nous dire que ces fibres accessoires sont exclusivement destinées à la portion thoracique et à la portion abdominale de l'œsophage.

Préparation. — Pour éviter de les déchirer et pouvoir procéder à leur recherche avec fruit, il est indispensable, après avoir ouvert largement la poitrine et l'abdomen, comme dans les autopsies, d'agir de la manière suivante : on coupe l'estomac au-

dessous du cardia, puis le diaphragme circulairement, à une certaine distance de l'orifice œsophagien ; on détache ensuite *de bas en haut*, jusqu'à la partie supérieure du larynx, tous les organes thoraciques en rasant le rachis : puis, le paquet de viscères ayant été lavé avec soin sous un courant d'eau et reposant sur une table par sa face antérieure, on fait une incision médiane sur toute la longueur de la plèvre postérieure, que l'on détache de chaque côté avec beaucoup de précaution.

Faisceaux de renforcement de la portion thoracique. — Ils se détachent, en procédant de haut en bas : 1° de la trachée; 2° de la bronche gauche; 3° de la crosse aortique; 4° de la plèvre médiastinique.

1° Les fibres *trachéo-œsophagiennes* sont très-courtes, quelquefois nombreuses, et pouvant se rencontrer dans la portion cervicale du conduit. Elles partent de la face postérieure de la trachée, se dirigent en bas et à gauche, et se mêlent aux fibres de l'œsophage en suivant leur direction longitudinale.

2° Hyrtl a décrit sous le nom de *muscle broncho-œsophagien* un petit faisceau venant de la bronche gauche et allant se confondre avec les fibres descendantes de l'œsophage, un peu au-dessous de la bifurcation de la trachée; il lui assigne 1 centimètre de longueur sur une largeur de 1 millimètre. Nous avons vu très-nettement, et à plusieurs reprises, ces *fibres broncho-œsophagiennes* constituant deux ou trois petits faisceaux, un peu plus longs que larges, qui reliaient la mince couche de fibres longitudinales existant en arrière de la bronche gauche, aux fibres superficielles de l'œsophage, au niveau desquelles ils se partageaient en groupe ascendant et descendant; quelques-unes de ces fibres pénétraient plus profondément.

3° Quelquefois de la crosse aortique se détachent quelques fibres qui se perdent sur le conduit, à peu près au niveau des précédentes (*faisceau aortico-œsophagien*). Il est loin d'être constant, et nous avons cru remarquer que, lorsqu'il existait, le muscle broncho-œsophagien faisait défaut, et réciproquement.

4° Nous avons rencontré également plusieurs faisceaux à direction transversale ou légèrement ascendante, qui naissaient, soit

de la lame gauche, soit de la lame droite de la plèvre médiastinique (fibres *pleuro* ou *médiastino-œsophagiennes*), et allaient en passant en avant de l'aorte, se confondre avec les fibres longitudinales et circulaires de l'œsophage. Le muscle *pleuro-œsophagien*, que Hyrtl décrit uniquement comme partant du feuillet gauche du médiastin, a, selon lui, 2 centimètres de long sur 5 millimètres de large.

Nous n'avons jamais rencontré de fibres musculaires dans le tissu conjonctif qui réunit l'œsophage au canal thoracique et à la veine azygos.

Faisceaux de renforcement de la portion abdominale. — L'œsophage adhère, comme on le sait, d'une façon assez intime à l'ouverture diaphragmatique. De quelle nature sont ces adhérences?

Des éléments cellulo-fibreux d'une résistance notable jouent certainement un rôle important à cet égard; mais il faut aussi y joindre des *faisceaux musculaires accessoires* partant du diaphragme pour se rendre à la paroi œsophagienne.

Santorini (*Observat. anat. venet.*) avait déjà décrit et représenté, en 1724, plusieurs faisceaux musculaires grêles et peu colorés se détachant de l'ouverture diaphragmatique pour aller se perdre à la partie inférieure de l'œsophage, où parfois ils s'entrecroisent entre eux. Ces faisceaux, dit cet anatomiste, peuvent souvent être suivis jusqu'au niveau de l'estomac.

Haller (*Novi icon septi transversi*, Göttingue, 1741) a observé deux fois des fibres charnues s'étendant du pourtour de l'orifice œsophagien pour se jeter dans les parois de ce conduit.

F. G. Theile (*Encyclop. anat.*, t. III, p. 194) mentionne également cette disposition, ainsi que M. le professeur Cruveilhier; mais c'est surtout à M. le professeur Rouget (*Du diaphragme chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles*, dans *Société de biologie* et *Gazette médicale*, 1851) qu'on doit d'avoir élucidé d'une façon complète ce point d'anatomie descriptive relatif à la partie inférieure de l'œsophage. Cet anatomiste érudit s'exprime en ces termes : « Cette prétendue anomalie est une disposition » normale et constante. J'ai toujours trouvé chez l'homme *un*

» *rudiment du sphincter œsophagien*, si développé chez certains » rongeurs. Bien distinctes des faisceaux des piliers du dia- » phragme destinés au centre phrénique et aux côtes, les fibres » musculaires qui le constituent, un peu plus pâles que le reste » du muscle, grêles et peu nombreuses, se détachent, au niveau » de l'orifice œsophagien, du bord interne de chaque pilier, se » portent sur l'œsophage, auquel elles sont intimement accolées, » et s'y terminent en décrivant le plus souvent sur sa face anté- » rieure des anses qui s'entrecroisent avec celles du côté op- » posé. »

Nous avons voulu nous rendre compte de la présence de ces fibres, qu'on pourrait dénommer *phréno-œsophagiennes*, et nous sommes arrivé à constater le plus souvent leur présence; mais j'avoue n'avoir jamais vu d'une façon bien nette cet entrecroisement antérieur dont parle M. Rouget : au moment où ces fibres partant des piliers arrivent à l'œsophage, on perd leur trace, parce qu'elles se confondent avec les fibres de ce conduit. D'autres fois (dans deux cas), nous avons vu un faisceau en forme d'éventail partir du pilier droit, se réfléchir en bas sur l'œsophage et gagner la partie correspondante de l'estomac.

M. Rouget dit également qu'il a rencontré une lame musculaire très-mince, de 1 centimètre de largeur, qui du pilier gauche se portait sur le cardia lui-même, et se terminait en étalant ses faisceaux sur la face antérieure de l'estomac. Mentionnons enfin (mais c'est là, je crois, un fait un peu excèptionnel) un faisceau musculaire que cet anatomiste a vu se détacher du diaphragme, au niveau du bord supérieur de l'orifice diaphragmatique, et descendre parallèlement aux fibres longitudinales de l'œsophage, sur la face antérieure de l'estomac, en croisant à angle droit les fibres du sphincter œsophagien du diaphragme. Winslow, du reste, avait observé le fait bien avant lui, puisqu'il dit : *Il se détache immédiatement au-dessus de l'ouverture ovale du diaphragme un trousseau mince de fibres charnues qui se jettent sur le ventricule.* Seulement, cet anatomiste regarde cette disposition comme normale, tandis que nous croyons que c'est là une exception.

Ces *fibres phréno-œsophagiennes*, par leur existence constante,

peuvent donc être considérées comme formant, au niveau de la partie inférieure de l'œsophage, une *troisième couche musculaire* beaucoup plus mince, plus pâle, dont la forme varie avec les individus, mais dont on exagère un peu l'importance en la regardant comme l'analogue du sphincter musculaire des animaux. Si l'on refusait de croire à la présence habituelle de ces fibres et si l'on poussait l'incrédulité jusqu'à les nier complétement, comment donc expliquer alors l'existence absolument constante de *fibres striées* que l'examen histologique révèle à la partie inférieure de l'œsophage, et particulièrement au niveau du diaphragme? car ces fibres ne peuvent guère être fournies que par le pourtour de l'orifice œsophagien de ce muscle.

En résumé, dans les fibres musculaires de l'œsophage, nous reconnaisons des :

FIBRES PROPRES........	Crico-œsophagiennes..	médianes.
		latérales.
	Pharyngo- —	
FIBRES ACCESSOIRES.....	Trachéo- —	
	Broncho- —	
	Aortico- —	
	Pleuro ou médiastino-œsophagiennes.	
	Phréno-œsophagiennes.	

§ 2. — Étude histologique chez l'homme.

Il est un point incontestable dans cette étude, c'est que la tunique musculeuse de l'œsophage de l'homme est constituée, au point de vue de son histologie, des deux éléments musculaires connus, c'est-à-dire de *fibres lisses* ou de la vie organique, et de *fibres striées* ou de la vie animale. C'est un fait d'observation sur lequel tous les anatomistes sont d'accord, et nous n'avons pas à le discuter.

Mais de quelle façon se comportent ces deux sortes de fibres? Quels sont les segments du conduit occupés par telle ou telle espèce de ces deux éléments? A quel niveau exact cessent les unes pour laisser commencer les autres? Doit-on admettre une transition brusque entre le point où la fibre striée n'est plus visible et où apparaît la fibre lisse, ou bien la limite n'est-elle point tranchée et la succession s'effectue-t-elle d'une manière

insensible? Enfin, comment ces deux éléments se comportent-ils l'un par rapport à l'autre? Ce sont là autant de propositions qui sont loin d'être encore résolues, et que nos auteurs classiques se contentent d'effleurer.

W. Bowmann pensait que là où les deux éléments strié et lisse existaient simultanément, l'un n'était que la continuation de l'autre; qu'il n'y avait pas d'interruption, mais bien transformation de la fibre. Cette opinion n'est plus acceptable, car aujourd'hui on sait qu'il existe une distinction aussi tranchée que possible entre les deux espèces de tissu musculaire, et que l'une ne peut pas dériver de l'autre. Nous admettrons donc, avec Ficinus et Valentin, qu'il n'y a pas continuité des éléments musculaires, mais bien *engrènement* de ces éléments. L'examen nous a montré, en effet, que la fibre striée est toujours comprise entre les fibres lisses, qui s'écartent pour la recevoir dans leur intervalle.

1° *Il existe toujours des fibres musculaires striées, et même il n'existe que des fibres striées, à la partie supérieure de l'œsophage.*

Schwann (*Muller's Archiv*, 1836, p. 11) décrit des stries transversales dans tout le premier tiers de ce conduit. Valentin (*Repertorium*, 1837, p. 86) dit qu'on en trouve sur toute la longueur jusqu'au cardia. D'après nos observations personnelles, nous croyons que cette dernière affirmation est très-exagérée, mais que le premier de ces anatomistes est un peu sobre dans sa manière de voir. Toute la portion cervicale de l'œsophage ne présente guère que des fibres striées qui dépassent même de quelques centimètres l'entrée de ce conduit dans la cavité thoracique.

Voici ce que nous avons obtenu sur vingt œsophages que nous avons soumis à un examen histologique plusieurs fois répété : La longueur des conduits variant entre 21 et 26 centimètres, nous avons trouvé sous le champ du microscope des fibres striées 4 fois à 13 centimètres au-dessous de la partie supérieure de l'œsophage, 4 fois à 11 centimètres, 5 fois à 10 centimètres, 3 fois à 9 centimètres, 1 fois à 8 centimètres, 3 fois à 6 centimètres seulement; ce qui donne une moyenne de 10 *centimètres;*

mais, à cette dernière distance, la proportion des fibres striées était bien inférieure à celle des éléments lisses. Dès que l'œsophage plonge dans la cage thoracique, ces derniers deviennent plus nombreux par rapport aux premiers. Si nous prenons 4 à 5 centimètres au plus comme longueur de la portion cervicale de l'œsophage, nous pouvons donc dire que, sur une étendue de 10 *centimètres*, il y en a 4 à 5 qui offrent une structure striée complète, et le reste un mélange de fibres striées et de fibres lisses, ces dernières en beaucoup plus grande abondance.

Nous avons aussi cherché à déterminer la proportion comparative de ces fibres striées dans l'une et l'autre couche, et nous avons trouvé fréquemment qu'elles descendaient plus bas dans le plan annulaire que dans les fibres longitudinales.

L'étude de ces fibres striées ne présente, du reste, aucune difficulté : il s'agit simplement d'avoir un peu de patience pour examiner cette musculature, millimètre par millimètre. Nous nous sommes servi, dans ces recherches, d'œsophages immergés dans l'eau bouillante, puis ayant macéré dans un mélange d'eau et d'un tiers d'acide acétique.

Les stries transversales nous ont paru les plus apparentes et surtout plus visibles sur les parties latérales de la fibre musculaire que sur le milieu. Nous y avons remarqué des noyaux allongés du sarcolemme principalement sur les côtés, et quelquefois en assez grande quantité.

2° *Il n'existe que des fibres lisses à la partie moyenne de l'œsophage.*

A ce niveau, il est impossible de percevoir même une fibre striée isolée ; j'avoue n'y avoir jamais réussi, et cela dans une étendue de 11 à 12 *centimètres*. Ces *fibres lisses* offrent beaucoup d'analogie avec celles de la paroi musculaire de l'intestin, et elles nous ont paru présenter des dimensions un peu plus grandes dans la couche superficielle que dans le plan profond.

Tous les faisceaux accessoires que nous avons décrits sont uniquement constitués par des éléments lisses, excepté pour les fibres *phréno-œsophagiennes*, où l'on retrouve encore l'élément strié.

3° *A la partie inférieure de l'œsophage, on rencontre des fibres*

lisses et des fibres striées, mais le nombre de ces dernières est bien moins considérable qu'en haut. C'est principalement dans les parties superficielles, c'est-à-dire dans les fibres longitudinales, au niveau et au-dessous de l'orifice diaphragmatique, que l'examen histologique les dénote. Valentin, Ficinus (*De fibræ muscul. for. et struct.*, Leipzick, 1836) les avaient observées et décrites comme se prolongeant jusqu'au cardia, ce qui est extrêmement rare : presque toutes ont leur origine dans les *faisceaux accessoires phréno-œsophagiens* qui se détachent des piliers du diaphragme.

Chez le fœtus, l'examen histologique de la tunique musculaire de l'œsophage nous présente des différences bien sensibles. Les *fibres-cellules* y sont beaucoup plus petites, offrant la forme de *petits fuseaux* fort minces dont les contours sont assez nets, mesurant à peine en longueur $0^{mm},009$ à $0^{mm},02$. Ces fibres se dissocient avec une grande facilité dans l'acide acétique dilué, ce qui permet de les examiner parfaitement isolées; dans d'autres points, au lieu d'être éparses, elles sont réunies les unes aux autres. On rencontre de plus une *grande quantité d'éléments embryo-plastiques*. A la partie supérieure se perçoivent aussi des *fibres striées* très-pâles, entourées quelquefois complétement par ces derniers éléments, qu'on pourrait prendre au premier abord pour des noyaux du sarcolemme.

D'après cette description, nous sommes en droit d'établir aussi, pour l'histologie, une analogie entre les fibres musculaires de l'œsophage et celles du rectum; pour ce dernier, les éléments striés s'effacent à mesure que l'on remonte dans l'intestin, tandis que dans la paroi de l'œsophage, c'est en descendant qu'on les voit disparaître; elles acquièrent leur maximum au point où ces deux canaux communiquent avec l'extérieur.

Tout autour de la tunique musculeuse de l'œsophage est disséminée une quantité considérable de *tissu lamineux* mêlé à de nombreuses *fibres élastiques*, dont la proportion est si grande au niveau de l'orifice diaphragmatique et près du cardia, qu'elles constituent presque en cet endroit un *sphincter élastique*. Ces fibres élastiques se rencontrent également comme élément accessoire entre les faisceaux qui composent les deux plans de

cette tunique musculeuse ; elles sont le plus souvent isolées, jamais réunies en membrane, d'une longueur peu étendue, quelquefois rectilignes, la plupart du temps extrêmement onduleuses. Elles appartiennent presque toutes à la variété des fibres élastiques fines.

CHAPITRE II.

TUNIQUE MUSCULAIRE DE L'ŒSOPHAGE DANS LA SÉRIE ANIMALE.

Musculature œsophagienne chez les mammifères. — Présentant une analogie incontestable avec celle de l'homme, la tunique musculeuse de l'œsophage offre souvent une striation beaucoup plus prononcée que chez lui ; chez quelques-uns même, elle s'observe dans toute la longueur du conduit.

1° Quadrumanes. — Même disposition que pour l'homme. On rencontre dans quelques espèces un sphincter très-prononcé de l'extrémité inférieure de l'œsophage, fourni par des fibres provenant du diaphragme,

2° Il en est de même chez plusieurs Chiroptères.

3° Carnassiers. — *a.* Le *chien* présente une musculature œsophagienne d'un rouge intense et extrêmement puissante ; plus compliquée que chez l'homme, *cette tunique charnue n'a pas de fibres longitudinales* et se compose de trois couches superposées dont il est assez facile de démêler la direction fibrillaire, quand, après distension préalable, on a plongé l'œsophage dans l'eau bouillante. On remarque alors : 1° Une *couche superficielle*, la plus épaisse, formée par des fibres circulaires ou plutôt elliptiques, si fines et si serrées, qu'on croirait au premier abord à une masse homogène, et qui, embrassant toute la circonférence œsophagienne, s'entrecroisent toutes du côté de la face dorsale, c'est-à-dire en arrière, de façon à figurer un *raphé* très-accentué, principalement au niveau de la partie moyenne : plus bas, les fibres s'inclinent pour aller se continuer sur la paroi stomacale. 2° Une *couche moyenne* sous-jacente à la première, également annulaire, et dont les fibres ont une direction opposée à celle du

premier plan qu'elles croisent à angle aigu. 3° Une *couche profonde*, la plus mince, circulaire encore, mais en sens opposé de la seconde.

On voit une grande quantité de ces fibres s'entrecroiser les unes avec les autres dans le sens de l'épaisseur de la paroi; l'examen microscopique n'y démontre que des *fibres de la vie animale*, à bords parfaitement nets, bien plus belles que chez l'homme, et qu'on pourrait choisir pour montrer à un débutant dans les études histologiques, comme type parfait de l'élément strié. On n'y rencontre aucune trace de fibres-cellules. La préparation microscopique est très-facile à faire du reste, car une macération de quelques heures suffit pour permettre la dissociation parfaite des éléments musculaires au milieu desquels il n'y a ni tissu lamineux, ni graisse, ni élément élastique. Les stries sont très-prononcées, curvilignes, c'est-à-dire s'emboîtant les unes dans les autres et plus accentuées au milieu que sur les parties latérales.

Ces fibres sont entre elles d'inégale dimension, mais toujours très-volumineuses ; les unes sont rectilignes, d'autres sont légèrement curvilignes, d'autres en cerceaux embrassant dans leur anse les fibres voisines. Le spectacle que donnent ces éléments sous le champ du microscope, est aussi net et varié que possible.

Ces fibres striées dépassent un peu l'orifice diaphragmatique, mais elles ne se prolongent pàs sur l'estomac : elles cessent presque brusquement au niveau du cardia.

b. Chez le *chat*, l'œsophage, qui a une longueur de 20 centimètres à peu près, possède une tunique à deux couches (fibres longitudinales et fibres circulaires), beaucoup plus pâles et plus minces que celles du chien. C'est surtout à la partie inférieure du conduit que le plan longitudinal est développé.

Chez cet animal, j'ai retrouvé la *fibre striée*, comme élément principal, dans presque toute la longueur du conduit, jusqu'à 2 centimètres de l'orifice diaphragmatique ; à cet endroit, les fibres striées y existent encore en grande quantité, mais elles sont mêlées indistinctement à des fibres-cellules. Dans toute la partie supérieure, c'est-à-dire dans une étendue de 18 centimètres, la fibre striée prédomine de beaucoup et l'élément lisse n'est qu'ac-

cessoire ; on y remarque aussi des fibres élastiques très-fines et serpentiformes.

4° Rongeurs. — *Lapin.* — La longueur de l'œsophage est de 15 centimètres ; les *fibres circulaires* sont très-peu apparentes dans les deux tiers supérieurs : il n'existe dans toute cette étendue qu'une couche longitudinale qui, partant du cricoïde et de la trachée, constitue un gros faisceau musculaire cylindrique. Ce dernier, à la partie inférieure, se partage en deux portions qui, contournant le conduit, passent au-dessus de l'œsophage qui devient alors en cet endroit plus épais qu'en avant. Au niveau du diaphragme, il existe une disposition, mentionnée par M. Rouget, qui est telle que l'œsophage est contenu dans un canal ou sphincter, qui l'embrasse avant que ce conduit se réunisse à l'estomac.

La *striation* existe encore ici *dans toute la longueur du canal*, et comme les fibres sont très-pâles, on aperçoit nettement des noyaux nombreux du sarcolemme à leur surface. Au-dessous du cardia, les fibres striées sont très-nombreuses et s'arrêtent à une petite distance du cardia.

Rat. — L'œsophage, qui a de 7 à 8 centimètres, présente un trajet abdominal assez long, et à ce niveau un *bulbe* ou *sphincter musculaire* bien caractérisé. De ce dernier partent deux faisceaux musculaires allant se réfléchir, à droite et à gauche, sur chacun des renflements de l'estomac, qui remonte à gauche comme une crosse, jusqu'au diaphragme, par suite de la distension habituelle du ventricule, par la présence permanente d'aliments. A la partie supérieure, moyenne et inférieure, on n'observe que des *fibres striées* sans trace de fibres-cellules. Cette striation se rencontre également sur le faisceau qui se prolonge sur le renflement gauche de l'estomac ; peu de fibres lamineuses, pas de fibres élastiques.

Mulot. — Longueur de l'œsophage : 2 à 4 centimètres. De la partie la plus élevée jusqu'en bas, les fibres musculaires de l'œsophage sont *striées*. Les fibres lisses commencent brusquement au niveau de l'estomac.

5° Animaux herbivores. — Chez tous les animaux herbivores

dont l'œsophage fonctionne presque toujours, et principalement chez ceux qui ruminent, la tunique musculeuse est d'un rouge vif, bien plus développée que chez l'homme, composée presque exclusivement de fibres annulaires dont les éléments sont reliés les uns aux autres d'une façon si étroite, qu'ils forment comme une masse homogène d'une puissance très-grande.

Ruminants. — L'œsophage du *mouton* a de 50 à 52 centimètres de longueur ; il paraît grêle au premier abord, quand on le compare à la masse énorme qui forme l'estomac multiple de ces animaux ; mais, examiné à part, on voit que l'*épaisseur* de sa tunique musculaire est considérable (de 3 à 7 millimètres) et qu'elle donne au conduit une grande résistance. Sa *coloration* est, surtout inférieurement, d'un *rouge vif* qui tranche singulièrement avec la couleur pâle des parois de l'herbier ; la transition de ces deux colorations se fait d'une manière brusque ; quant à la direction des fibres, elle n'est point très-facile à démêler. *Il n'existe pas de faisceaux longitudinaux*, et toute la paroi musculaire se trouve constituée par un *enchevêtrement* de fibres, qui, de profondes, deviennent superficielles, et réciproquement. *Elles sont demi-annulaires* et forment des faisceaux qui s'entrecroisent, suivant le plan superficiel et suivant la profondeur, de façon à figurer plusieurs raphés visibles sur différents points, mais n'offrant aucune régularité. C'est cette disposition qui avait fait croire à quelques anatomistes que ces fibres étaient spirales, et c'est elle aussi qui accroît singulièrement la puissance de ce conduit ; de plus, le plan de ces fibres curvilignes n'étant pas perpendiculaire à l'axe de ce dernier, mais fortement oblique, la contraction musculaire agit d'une manière plus efficace sur les variations de longueur que subit l'organe.

Au niveau de la panse, toutes ces fibres s'inclinent encore davantage pour se mettre en connexion avec cet estomac ; un faisceau musculaire plus épais et surtout d'une coloration assez rouge, se dirige du côté du bonnet et devient l'origine du revêtement charnu qui entre dans la constitution de ce dernier compartiment. Cette inclinaison successive des fibres leur fait prendre, à la partie inférieure, la disposition rectiligne ; c'est le seul point,

en effet, où l'on rencontre des fibres longitudinales, et cela seulement dans une étendue de 2 à 3 centimètres.

De plus, au niveau du diaphragme, des fibres annulaires partent des piliers pour s'entrecroiser autour de l'extrémité inférieure de l'œsophage.

Pour voir l'enchevêtrement des fibres, il suffit de prendre un lambeau de cette paroi musculaire ayant subi l'immersion dans l'eau chaude, et, en l'étalant avec les doigts, la regarder à contre-jour. On voit alors des fibres superficielles et profondes ayant une direction différente et formant un *véritable treillage* à travers les intervalles duquel on aperçoit la lumière.

Entre la couche profonde et la membrane muqueuse, on remarque une tunique légèrement rosée, bien moins épaisse que chez le cheval, mais composée, comme chez lui, uniquement de fibres lisses : elle appartient à la muqueuse.

Histologie. — Les fibres sont striées dans toute la longueur et l'épaisseur de la couche musculaire. La coloration rouge de cette masse charnue devait nous le faire prévoir avant de nous servir de l'instrument grossissant ; mais l'élément de la vie animale ne se prolonge pas sur l'estomac. Le faisceau rosé, que j'ai décrit plus haut comme appartenant au bonnet, n'est formé que d'éléments de la vie organique.

Toutes ces fibres étant serrées les unes contre les autres, on ne rencontre que très-peu de tissus lamineux et point de fibres élastiques.

Chez le *bœuf*, l'épaisseur de cette tunique musculaire dépasse, dans certains endroits, 1 centimètre, et sa couleur est d'un rouge foncé. Les fibres longitudinales font encore défaut, et toute cette masse charnue est constituée par de gros faisceaux annulaires, dont la disposition rappelle celle que je viens d'indiquer pour le mouton. L'élément est également *strié* dans toute la longueur.

Cheval. — La structure de la tunique musculaire œsophagienne chez cet animal est extrêmement intéressante et donne l'explication de certains phénomènes physiologiques qui lui sont particuliers. D'une longueur de 1^m,20 centimètres au moins, le conduit musculaire est rouge, d'une épaisseur qui atteint, princi-

palement en bas, 12 à 15 millimètres, et, par conséquent, d'une solidité à toute épreuve. Après avoir laissé un de ces œsophages préalablement distendu quelques minutes dans l'eau bouillante, nous avons cherché à nous rendre compte de la position de ses fibres :

1° Par l'examen extérieur ;

2° Par l'examen intérieur en retournant le long conduit musculaire comme un doigt de gant.

Voici le résultat que nous avons obtenu :

a. *A l'extérieur.* — Toute la tunique musculaire est enveloppée, non plus comme chez l'homme, par une atmosphère celluleuse, mais par une *membrane cellulo-fibreuse*, épaisse et formant un surtout, un étui immédiat et un peu adhérent à cette tunique. Difficile à enlever à l'état frais sans déchirer les fibres, surtout dans les points où les vaisseaux et nerfs la pénètrent pour gagner la profondeur du conduit, cette membrane fibreuse se détache bien plus facilement quand on a eu le soin de procéder à une ébullition de quelques instants. On la trouve composée de tissu lamineux et d'éléments élastiques.

Une fois cette membrane enlevée, on voit qu'il existe de chaque côté une *bande longitudinale*, d'une largeur de 1 centimètre à 1 centimètre 1/2, assez épaisse, naissant en haut du pharynx et du cartilage cricoïde, et s'écartant un peu en bas. Ces *deux bandes* descendantes, que suivent les troncs nerveux pneumogastriques et les principaux vaisseaux de l'œsophage, se dissocient à l'union des deux tiers supérieurs avec le tiers inférieur. Tout le reste de la tunique musculeuse est formé de *fibres annulaires* ou plutôt demi-annulaires et obliques, qui en haut continuent le pharynx, et dans toute la longueur proviennent des fibres des deux bandes longitudinales qui se détachent successivement en arcade pour les constituer. Ces faisceaux annulaires, que l'on voit facilement dans l'intervalle des deux bandes précédentes, n'existent que dans les deux tiers supérieurs ; en arrière, elles affectent une régularité assez marquée, et donnent lieu par leur entrecroisement à un raphé ; en avant, toute régularité disparaît au moins dans certains points où l'on voit mélangées entre elles

des fibres inextricables, longitudinales, obliques, elliptiques et annulaires.

Au niveau du tiers inférieur la disposition est tout autre. D'abord les deux cordons musculaires longitudinaux ont disparu ; on ne constate qu'une paroi musculaire extrêmement épaisse, composée de faisceaux volumineux entrecroisés en divers sens, et ne pouvant se rapporter à aucun type régulier. Ils se dirigent obliquement de façon à passer les uns sur les autres en s'enchevêtrant dans la superficie comme dans la profondeur ; ils limitent aussi des lozanges de dimensions variables. Toute cette surface est donc sillonnée de *colonnes* charnues d'épaisseurs différentes, ce qui donne lieu à des saillies, des dépressions, des culs-de-sac, des anfractuosités rappelant l'aspect du tissu cicatriciel à la surface de la peau, quand l'œsophage a été soumis à l'immersion dans l'eau bouillante.

Nous avons remarqué surtout deux énormes faisceaux musculaire, s'entrecroisant entre eux autour de l'extrémité inférieure et constituant une espèce de *sphincter externe* d'une puissance déjà assez considérable.

b. *A l'intérieur.* — Mais on n'a qu'une idée bien incomplète de la musculature œsophagienne chez le cheval, si l'on ne prend pas la précaution de retourner ce tube comme un doigt de gant et de l'examiner par sa face interne détachée de la muqueuse, ce qui n'est point difficile à faire.

Voici ce que l'on trouve : de chaque côté, une traînée rougeâtre correspondant aux deux bandes longitudinales de la surface externe, et dans leur intervalle des fibres régulièrement annulaires, minces et très-serrées dans toute la moitié supérieure ; au-dessous de ce point et surtout à l'endroit où nous avons dit que les cordons longitudinaux se dissociaient, on observe un ensemble de *colonnes charnues œsophagiennes* qui forment, d'un côté seulement, une série de lozanges irréguliers arcboutés par leurs sommets correspondants. Cette disposition rappelle encore l'aspect cicatriciel que j'ai mentionné à la face externe. A mesure que l'on se rapproche du cardia, les fibres charnues se réunissent de façon à former des *colonnes plates* ou *lames musculaires* bien

régulièrement annulaires, très-épaisses, s'imbriquant les unes sur les autres de haut en bas, adhérentes au canal par leur bord inférieur qui est plus épais, libres par leur bord supérieur, qui est plus tranchant, de sorte qu'en passant la pulpe du doigt de haut en bas, à leur surface, on les rend plus visibles en décollant les uns des autres tous ces bords tranchants. C'est là le *sphincter musculaire interne* de l'extrémité œsophagienne cardiaque chez le cheval, dont l'aspect régulier contraste singulièrement avec l'aspect cicatriciel irrégulier que donnent les colonnes charnues à la surface externe de la partie inférieure du conduit. D'après les expériences de Flourens et de M. Colin, l'obstacle au vomissement des solipèdes résiderait dans la constriction de ce sphincter musculaire, dont l'épaisseur est si considérable.

Histologie. — Dans le tiers supérieur on ne rencontre, au microscope, que des *fibres de la vie animale* volumineuses, avec de rares noyaux de sarcolemme et dont les stries transversales sont surtout apparentes sur les parties latérales. Dans le tiers moyen, il n'y a encore que des éléments striés un peu plus petits, plus nets, onduleux, sans interposition d'aucune fibre lisse ou élastique. C'est à l'union des deux tiers supérieurs avec le tiers inférieur que l'on commence à apercevoir des fibres-cellules au milieu desquelles il n'est pas encore très-rare d'apercevoir, de temps en temps, une fibre striée dont les stries longitudinales sont plus apparentes qu'en haut. Ces éléments lisses mêlés à quelques élastiques, sont très-longs et plissés ou ridés sur toute leur longueur, ce qui donne à la masse un aspect ondulé, granitique, tout à fait caractéristique. Sur les bords de la préparation, des quantités de fibres lisses se détachent en écheveaux, laissant échapper des éléments isolés, dissociés, qui, en se déplissant, se contournent sur eux-mêmes, s'enlacent entre eux, s'accrochent réciproquement et présentent une surface tout à fait originale. La majeure partie des sphincters est constituée par cet élément; cependant nous avons retrouvé, au-dessous de l'orifice diaphragmatique, quelques fibres striées.

Au-dessous de cette épaisse tunique musculeuse on retrouve, appliquée sur la muqueuse, une tunique rosée appartenant évi-

demment à cette dernière, presque régulièrement disposée tout autour de sa face externe et composée exclusivement de très-belles fibres-cellules un peu plus petites que les précédentes.

Oiseaux. — Nous l'avons étudié dans les Gallinacés. Dans ce groupe, la tunique musculeuse est blanchâtre, dense et résistante, parce qu'elle est composée de fibres entrecroisés, reliées dans toute la longueur par du tissu lamineux où se mêlent de rares fibres élastiques. On peut cependant y reconnaître, sans assigner de place précise à chacune d'elles, des fibres longitudinales obliques et circulaires. En bas, au niveau du jabot, il existe deux couches bien nettes : l'une externe, de fibres circulaires ; l'autre profonde, qui est longitudinale. Au moment où le conduit œsophagien se détache du jabot, les fibres longitudinales sont au contraire superficielles ; puis, plus bas, c'est l'inverse qui a lieu. Toutes ces fibres, de même que celles du pharynx, ou plutôt de la partie supérieure du canal digestif, sont exclusivement formées par des *éléments lisses*.

Reptiles. — L'œsophage y est généralement large et pourvu d'une *tunique musculaire* plus épaisse que dans les autres parties du canal intestinal. On n'y trouve que des *fibres lisses ;* au milieu de ces fibres, et principalement à la partie inférieure, on y rencontre adossées une grande quantité de glandes en grappe qui débordent la muqueuse pour se creuser un nid dans la couche musculaire.

Dans les poissons et surtout chez les Plagiostomes, la musculature œsophagienne est exclusivement composée de *fibres striées*.

Dans les sangsues et les lombrics, l'œsophage est renflé, *très-musculaire*, et même se termine, à la partie inférieure, par une espèce de sphincter.

L'œsophage des helminthes est très-long, offrant des étranglements de distance en distance et est constitué, *au point de vue*

de sa musculature, par trois faisceaux longitudinaux que réunissent plusieurs raphés.

Quant aux INSECTES, ils possèdent un œsophage offrant des dilatations comparables au jabot et au gésier, et dont la *tunique musculaire*, par son épaisseur, contraste avec la minceur des parois de l'estomac.

REPTILES ET BATRACIENS

CLASSÉS

D'APRÈS LEURS AFFINITÉS PAR RAPPORT A CINQ TYPES
DONT LES CARACTÈRES SONT EMPRUNTÉS AUX PARTIES LES MOINS
MODIFIABLES DU SQUELETTE

Par L. A. SEGOND

Professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

I

PRÉAMBULE.

Le travail suivant, comme celui que j'ai accompli pour les Mammifères et les Oiseaux, doit servir à l'établissement d'une classification naturelle destinée à faciliter en biologie l'application indispensable du procédé comparatif. La zootaxie pure, ayant essentiellement pour but la distinction des espèces, ne peut que préparer des éléments de comparaison dans un ordre toujours artificiel à un certain degré. Ses progrès dépendent d'ailleurs de la connaissance anatomique et physiologique des différentes espèces à classer, et malgré les efforts les plus sincères, on remarque toujours une certaine divergence entre les zoologistes qui spécialisent et les anatomistes comparateurs qui cherchent à découvrir des homologies pour généraliser et coordonner. Il ne faut donc pas compter sur les classifications provisoires pour établir la notion d'organisme qui dépend néanmoins d'un certain nombre de rapprochements. Mais on est alors réduit à l'usage de nos traités d'anatomie comparée qui, devant contenir tous les cas, offrent à l'esprit un panorama morphologique, intéressant sans doute, mais peu commode pour la conception. L'inévitable confusion résultant d'un très-grand nombre de formes dont on ne connaît pas la loi de relation, rend ces traités inefficaces dans l'enseignement. Il était

donc urgent de rechercher une méthode plus pratique ; cette méthode, je l'ai instituée en suivant les grandes traditions biologiques et philosophiques que j'ai rappelées dans mon programme de morphologie. Elle est basée, pour l'établissement des principaux types de comparaison, sur la considération des caractères empruntés aux parties les moins modifiables de chaque système d'organe. Son application rigoureuse, déjà effectuée pour la coordination des mammifères et des oiseaux, conduit, dans chaque classe, à la détermination anatomique des véritables types qui peuvent servir de commune mesure, et dont toutes les espèces dérivent, soit par descendance directe, soit par mélange. Nous avons pu ainsi réduire à dix types essentiels la comparaison générale des monodelphes, des dilelphes et des oiseaux. Je viens aujourd'hui appliquer cette même méthode à la coordination des reptiles, afin de faire contribuer cette classe aux principaux termes de comparaison qui permettront l'application courante du procédé comparatif. Si le travail suivant devait se borner au choix des types erpétologiques, nous pourrions aborder sans intermédiaire la coordination des poissons, à cause des caractères morphologiques tranchés qui distinguent les différents ordres généralement acceptés dans la classification des reptiles ; mais, outre la nécessité de revenir sur ces divisions et sur leur véritable portée anatomique, nous savons que l'interprétation de la forme suppose la connaissance des conditions d'équilibre qui subordonnent l'être vivant aux milieux cosmologiques. Sans entrer à cet égard dans un développement prématuré, nous devons rappeler les différences morphologiques essentielles qui séparent les mammifères et les oiseaux, suivant leur mode habituel d'équilibration ; en se représentant toutes les particularités anatomiques et physiologiques réalisées par l'organisme des oiseaux, on se rend compte des singulières modifications qu'a dû subir un mammifère pour se mouvoir dans l'air.

Quant à la station aquatique des cétacés, on peut voir qu'elle correspond, dans la forme, à un changement typique assez profond pour que ces mammifères aient été longtemps confondus avec de véritables poissons.

Avant d'exposer dogmatiquement cette question de l'équilibre, si importante pour déterminer le degré de subordination de la biologie à la cosmologie, il était particulièrement essentiel de nous mettre en garde contre la forme, au début d'un travail sur une classe d'ostéozoaires, dont la richesse morphologique a entraîné des erreurs de classement que les habitudes zootaxiques maintiennent encore aujourd'hui devant les oppositions anatomiques les plus vulgaires. Cependant l'étude de cette classe, si féconde en documents pour l'anatomie philosophique, a suscité des efforts caractérisques dans la recherche des affinités ou parentés qui lient les nombreuses espèces. Ici, comme dans toutes les autres classifications, les zoologistes se sont prévalus de l'excellence des moyens basés sur la subordination des caractères ; malheureusement, cette subordination est elle-même une grave question à résoudre. Au lieu de revenir à cet égard sur une discussion suffisamment exposée dans mon programme de morphologie, je me contenterai de jeter un coup d'œil rapide sur les principales méthodes appliquées à la classe dont je vais essayer moi-même d'étudier les véritables affinités. Mon opération s'en trouvera simplifiée en même temps que cet examen mettra en relief les différentes influences biologiques qui ont concouru à la notion des reptiles.

II

DONNÉES HISTORIQUES.

Une vue générale des traits qui lient les tortues, les crocodiles, les lézards et les serpents, ressort des grandes ébauches biologiques d'Aristote ; aussi pouvons-nous faire remonter à cette époque les notions principales qui servirent de base aux études spéciales développées du XVIe siècle au XVIIIe siècle. Dans Gesner, Aldrovande, Johnston, on rencontre quelques essais de coordination, mais les classements artificiels de J. Ray et de l'éminent Linné lui-même vinrent rompre l'harmonie de cette première conception. A coté de la confusion regrettable qu'entraîna la dénomination d'*amphibies*, on peut placer l'écart inattendu qui se

produisit dans l'essai de Klein, où l'on voit sur un même tableau synoptique l'ordre *Vermis*, comprenant trois divisions, *Lumbricus*, *Tænia*, *Hirudo*, figurer, sous la même parenthèse, avec les serpents. Laurenti évita ces énormités; mais il omit les tortues dans ces trois divisions trop artificielles des *Salientia*, *Gradientia* et *Serpentia*. Enfin, Lacépède, sur les indications anatomiques de Daubenton, restaura la division aristotélicienne des quadrupèdes ovipares et serpents distingués en 1756 sous le nom de reptiles, par le naturaliste Brisson. Lacépède les ordonna suivant quatre divisions, où l'on peut déjà remarquer des rapprochements entre les salamandres et les lézards, et des distinctions heureuses entre les serpents et les reptiles bipèdes que nous apprécierons plus loin. Lacépède fit entrer dans cette classification plusieurs genres nouveaux et prépara ainsi la distribution plus nette, au point de vue zootaxique, effectuée quelques années plus tard par Brongniart et comprenamt quatre ordres de. reptiles, les *Chéloniens*, les *Sauriens*, les *Ophidiens* et les *Batraciens*. Entre Brongniart et la grande opération synthétique de Latreille, publiée en 1825, sur les familles naturelles du règne animal, plusieurs améliorations caractéristiques se produisirent : Duméril rectifia l'ordre des batraciens et appela l'attention sur les vrais caractères des cécilies; Merrem, d'un point de vue tout zoologique, sépara les crocodiliens des sauriens, par sa division des pholidotes en testudinés, cuirassés et écailleux. Mais cette distinction devint surtout caractéristique par l'institution de l'ordre des émydo-sauriens, due à Blainville. Merrem consacra aussi, par la division des écailleux en cinq tribus principales, la séparation entre les orvets et les serpents. Mais nous devons ici considérer ces améliorations comme accessoires, à cause du caractère artificiel du système de Merrem, surtout évident pour les *Squammata*. La conception de Blainville fut, au contraire, un témoignage éclatant de l'influence profonde des connaissances anatomo-physiologiques sur la zootaxie. Acceptant la proposition de Latreille sur la séparation nécessaire des batraciens dans une classe spéciale, il ordonna le sous-type des ovipares en deux classes : les reptiles et les amphibies; il fit des émydo-sauriens

le second ordre ; mais il réunit dans l'ordre des saurophiens, en deux sous-ordres, il est vrai, les sauriens et les ophidiens, se fondant sur ce qu'il y a de véritables serpents qui ont des pattes, comme le *bimane*, et de vrais lézards qui n'en ont pas, comme les *orvets*. Les recherches intéressantes de Mayer, sur les membres postérieurs des ophidiens, lui eussent fourni à cet égard un nouvel argument sur la considération des pattes, si trompeuse pour les grandes divisions. Blainville laissa en outre subsister dans le sous-ordre des ophidiens des rapprochements purement artificiels, celui des amphysbènes et des boas par exemple; mais il introduisit dans la classe des amphibiens, sous les dénominations de batraciens, pseudosauriens, subichthyens et pseudophidiens, une ordination féconde pour la recherche des affinités zoologiques.

Latreille, en 1825, consacra toutes ces améliorations dans ses familles naturelles du règne animal, où l'on peut dès lors observer un très-grand progrès, dans la division des sauriens en lacertiformes et anguiformes, et dans l'admission définitive de l'ordre des émydosauriens de Blainville. Dans la même année, une coordination du même ordre fut publiée, par Gray, dans les *Annales philosophiques* de Londres, et marqua un progrès nouveau par l'institution de l'ordre des saurophidiens et l'agrégation des ichthyosauriens et des plésiosaures à l'ordre des émydosauriens.

Fitzinger suivit la tradition de Blainville, Latreille et Gray. Dugès put alors résumer tous ces principaux résultats dans une note caractéristique, insérée au bas de la première page de son mémoire sur la *Déglutition chez les reptiles*, lu, en 1827, à la Société d'histoire naturelle de Montpellier, et imprimé dans les *Annales des Sciences naturelles*, t. XII, 1827 : « Malgré le disparate qu'on trouve, à quelques égards entre les reptiles, cette classe n'en est pas moins naturelle, et les intermédiaires qui lient les unes aux autres les quatre familles établies par Brongniart les enchaînent d'une manière indissoluble. Il n'en est pas une, en effet, qui ne nous conduise à quelque autre par des nuances souvent imperceptibles. Ainsi les chélydres de Schweigger (émides, serpentines, lacertines) unissent les chéloniens aux crocodiles ou émydosauriens de M. de Blainville, et de ceux-ci nous pas-

sons insensiblement aux lézards ; 2° les plésiosaures fossiles, les scinques, les seps, les chalcides, les bimanes, les bipèdes, les ophisaures, les orvets, les amphisbènes, s'interposent graduellement entre les sauriens et les ophidiens ; 3° des mêmes Sauriens nous passons par degrés aux batraciens par les geckos et les salamandres ou pseudosauriens de M. de Blainville ; 4° enfin, des ophidiens nous passons aux batraciens par les cœcilies, nommées pseudophidiens par le même zoologiste.

» A la vérité, les reptiles ont aussi des rapports avec les autres classes de vertébrés ; mais quelques ressemblances d'organisation qui ont valu aux tortues le nom d'ornithoïdes, et aux protées, syrènes, etc., celui de subichthyens, ne peuvent nuire à l'isolement et à la circonscription de cette classe, sans quoi il faudrait dire que la classe des mammifères n'est pas bien circonscrite, parce que les cétacés ont des rapports de forme et d'habitude avec les poissons ; que les chauves-souris ont quelque chose de commun avec les oiseaux ; et qu'enfin les monotrèmes ont quelque ressemblance organique avec les reptiles. »

Il est bon de rappeler que ces réflexions de Dugès furent particulièrement provoquées par les objections de Geoffroy Saint-Hilaire à la classe des reptiles qui ne se pliait pas à l'unité de composition.

Arrivés à cette époque, nous ne pouvons passer sous silence la direction suivie par Cuvier dans l'arrangement méthodique des reptiles ; l'examen de ses travaux successifs nous le montre, de 1798 à 1829, complétement réfractaire aux innovations les plus motivées. En 1798, il suit les divisions de Lacépède ; en 1800, celles de Brongniart ; en 1817, celles de Oppel et Duméril ; et, en 1829, nous retrouvons encore, dans ses classements, les crocodiles avec les sauriens, et les orvets avec les ophidiens, disposition religieusement conservée dans les dernières éditions du *Règne animal.* Cette résolution de Cuvier est d'autant plus incompréhensible qu'il venait de publier lui-même la nouvelle édition des *Recherches sur les ossements fossiles*, dans laquelle il a donné à l'ostéologie comparée des reptiles des développements qui nous servent encore aujourd'hui de modèle.

Nous devons aussi, pour comprendre l'influence que Duméril dut exercer pendant son professorat, rappeler ici la méthode indiquée dans les éléments des sciences naturelles. En 1825, Duméril conserve les quatre ordres de Brongniart, mais avec des améliorations indispensables. Les sauriens, subdivisés en uronectes, eumérodes et urobènes, entretiennent encore des groupes artificiels; ceux des basilics avec les crocodiles, dans les planicaudes ou uronectes; ceux des caméléons avec les dragons, dans les eumérodes. Mais la division des urobènes permit à Duméril de séparer nettement les ophisaures des ophidiens. Duméril, malgré des aptitudes philosophiques souvent étouffées sous la direction rigide de Cuvier, adopta en général les procédés analytiques, mais cette direction spéciale s'est toujours ressentie, chez lui, de quelques velléités philosophiques qu'on ne saurait méconnaître dans ses œuvres, et qui donnent un grand prix à son dernier grand ouvrage sur l'*Erpétologie générale.*

Pour bien juger Duméril, on ne saurait d'ailleurs fournir une appréciation plus exacte que celle qui ressort d'un passage de la préface de son *Erpétologie générale*, dans lequel il étudie les divers modes de classement; on y voit les deux tendances de cet observateur judicieux, chez lequel une trop forte disposition analytique paralysa partiellement une disposition synthétique moins intense, mais incontestable. « La méthode naturelle, écrit Duméril, cherche à conserver tous les rapports et toutes les affinités qui lient les êtres entre eux; à faire connaître leurs points de contact et ceux par lesquels ils diffèrent, en les comparant, en les étudiant dans leur structure la plus intime, afin de rapprocher, autant qu'il est possible, les individus qui présentent la plus grande analogie. Cet arrangement, s'il pouvait être achevé complétement, serait la perfection de la science; aussi est-il le but auquel tendent les travaux de tous les naturalistes; mais il n'est point encore atteint, et il ne le sera pas de longtemps, parce que nous sommes loin de connaître tous les corps de la nature. La marche analytique, telle que nous l'avons adoptée depuis près de trente ans, pour transmettre les faits de la science dans nos ouvrages, dans nos cours publics et pour nos études particulières, est une

sorte de système artificiel qui consiste à désigner tout de suite un être isolé, et à le faire retrouver dans la foule de ceux qui lui ressemblent, pourvu qu'il ait été déjà observé ou décrit, de manière cependant qu'en se livrant aux recherches nécessaires à la classification, on parvienne à connaître rapidement tout ce que cet individu présente d'important dans sa conformation spéciale, et à le trouver placé dans l'ordre le plus naturel auprès de ceux qui paraissent en être le plus voisin, pour la configuration, la structure et les facultés. »

Nous touchons maintenant à la phase moderne surtout caractérisée par des études nouvelles sur la constitution interne des animaux, et aussi par les riches documents provenant de la paléontologie. Nous allons retrouver ici l'empreinte philosophique de Blainville, et nous pourrions la suivre, en terminant ce rapide examen, par la dernière classification de M. Gervais ; mais nous croyons devoir la faire précéder de quelques indications générales.

Dans cette période caractéristique du mouvement biologique, on se rappelle quels furent les principaux mobiles : d'une part, l'école de Blainville poursuivait activement toutes les observations favorables à la démonstration de la série animale ; d'autre part, Geoffroy Saint-Hilaire disputait l'homologie aux apparences morphologiques les plus contradictoires. Sous ces deux impulsions absolues, acceptables seulement au point de vue abstrait, les études biologiques firent des progrès considérables, car, des deux côtés, on cherchait avec une théorie, c'est-à-dire avec un but bien déterminé, et c'est dans ces conditions-là seulement qu'on voit avec attention.

Entre ces deux mouvements, l'école de Cuvier résista, trop sagement peut-être, mais contribua très-efficacement au progrès par les vérifications et rectifications spéciales qu'elle dut s'imposer. On ne saurait même douter, à un certain moment, de son entraînement philosophique, en lisant dans la deuxième partie du tome V des *Recherches sur les ossements fossiles*, édition de 1824, les observations préliminaires si profondes de Cuvier sur l'ostéologie comparée. L'erpétologie, autant que toutes les autres parties de l'anatomie comparée, se ressentit des études

nouvelles provoquées par ce grand mouvement d'idées. C'est dans l'étude des reptiles que l'unité de composition et le principe des connexions subirent les premiers échecs ; mais les difficultés insurmontables qu'y rencontra Geoffroy Saint-Hilaire profitèrent à l'analyse exacte de plusieurs parties essentielles du squelette des reptiles. La paléontologie, avec ses ptérodactyliens, et ses ichthyosauriens, vint développer les fécondes illusions de Blainville.

Mais les nombreuses discussions résultées de la comparaison de tous ces paléosauriens força les observateurs à tenir compte de tout. Les études minutieuses, trop exclusivement bornées aux dents et aux appendices, s'étendirent aux parties profondes du squelette. C'est au milieu d'un concours de circonstances aussi favorables que furent accomplis les derniers travaux sur l'anatomie, la physiologie et l'arrangement méthodique des reptiles.

Déjà en 1831, Gray, à la suite de l'édition anglaise du *Règne animal* de Cuvier, enregistra les progrès accomplis par Blainville, et dans sa division des reptiles écaillés en sauriens, ophysaures et serpents, distinguait plus nettement les amphisbènes des ophidiens. Haworth était resté à un point de vue plus zootaxique.

Quant à Fitzinger, il fut si préoccupé de trouver des relations et des affinités entre les reptiles et les autres classes de vertébrés, qu'il ne put préserver sa classification de la confusion inévitable qui devait résulter d'une application trop étendue de la conception de quelques naturalistes d'après laquelle on pourrait grouper les animaux en une sorte de réseau. Nous ne contestons pas l'intérêt biologique qui ressort des comparaisons d'une classe à une autre, mais nous pensons qu'on doit le faire avec une grande réserve sous peine de confusion. Le curieux tableau de Fitzinger nous dispense ici d'une longue analyse ; il ne diminue en rien le mérite des parties spéciales de son travail en même temps qu'il met en relief la nouvelle direction des zoologistes coordinateurs.

On peut dire du principe des affinités appliqué par Fitzinger ce que nous observions plus haut pour les grandes conceptions de Blainville et Geoffroy Saint-Hilaire, c'est qu'il faut leur conserver pour l'ensemble le caractère abstrait, et ne chercher leur démonstration concrète que dans les limites où elles peuvent se révéler

nettement et servir à l'établissement d'une notion positive. Cette réflexion s'applique aussi aux séries parallèles dont Auguste Duméril a fourni deux excellents exemples dans le rapprochement parallélique des holodontiens avec les aprotérodontiens, et dans celui des diacrantériens avec les syncrantériens. Mais, nous le répétons, toute application absolue d'une loi abstraite ne sert qu'à la mettre en défaut et à diminuer son crédit, tandis que son emplôi judicieux est la source principale des conceptions positives.

Ritgen prit une base artificielle et resta étranger au mouvement coordinateur, si bien secondé l'année précédente, 1827, par J. Wagler, et plus tard par Muller en 1832, dans l'étude des serpens et des batraciens, et par Schlegel, dans son *Essai sur la physionomie des serpents* en 1838. Mais ici nous dépassons la période la plus importante de l'histoire de l'erpétologie. Le premier volume du grand ouvrage de Duméril avait paru en 1834, et Blainville arrêtait son tableau général de la série animale. Dans ce système, les animaux sont, au point de vue morphologique, compris dans trois sous-règnes, les zygomorphes, les actinomorphes et les hétéromorphes ; le sous-règne des zygomorphes se partage lui-même en trois types, les ostéozoaires, le entomozoaires et les malacozoaires. Enfin les ostéozoaires sont définitivement ordonnés, suivant le degré d'élévation dans les appareils sensoriaux et locomoteurs, en six classes : pilifères, pennifères, ptérodactyles, scutifères, ichthyosaures, nudipellifères et branchifères. Nous arrivons ainsi à une réduction caractéristique de la classe des reptiles, dont Blainville ne sépare plus seulement les nudipellifères, mais encore les ptérodactyles et les ichthyosaures. Nous aurons occasion de revenir plus loin sur ces deux dernières classes, notons seulement que les reptiles ou scutifères furent partagés en quatre ordres : les chéloniens, les plésiosauriens, les émydosauriens et les saurophidiens ; ces derniers distingués en deux sous-ordres, comme dans la classification de 1822, les sauriens et les ophidiens. Donc, jusqu'à l'époque où Blainville écrivit son introduction au type des malacozoaires, qui fut, avec l'ostéographie, l'objet de ses derniers travaux, les modifications por-

tèrent sur la manière de concevoir deux groupes paléontologiques dont les caractères le déterminèrent à former deux nouvelles classes.

Cependant, relativement à la classification de 1822, nous devons aussi remarquer l'intervention de l'ordre des plésiosauriens qui, pour Blainville, faisait le passage naturel des chéloniens aux émydosauriens.

M. P. Gervais, dans la deuxième édition du *dictionnaire de d'Orbigny*, s'est efforcé de coordonner l'ensemble des reptiles vivants et fossiles, et cet essai caractéristique a l'avantage de faire saisir la véritable étendue du domaine erpétologique; son système présente en outre de nombreux perfectionnements dûs à une étude plus profonde du squelette des reptiles; et d'abord, au lieu de séparer les ptérodactyliens et les ichthyosauriens en deux classes distinctes, il les présente simplement comme genres de la sous-classe des chélonochampsiens, avec la restriction de les accepter sous forme inductive, comme les sinosauriens, les plésiosauriens et les laridosauriens. La seconde sous-classe des ophidosauriens de M. P. Gervais consacre aussi une distinction essentielle en deux genres, des ophidiens et des amphisbéniens, qui avait échappé à Blainville. Dans le cinquième genre, il groupe toutes les indications paléontologiques; mais ce que nous devons surtout remarquer dans cette classification, c'est la grande et juste importance accordée aux caractères fournis par la forme des vertèbres.

Nous voyons, dans les ophidosauriens de M. P. Gervais, après les néosauriens, un genre distinct pour les ascalabotes ou geckotiens, parce qu'ils ont des vertèbres biconcaves. Dans le genre des paléosauriens, les homéosauridés se reconnaissent à leurs vertèbres biplanes, et les simosauriens se séparent des chéloniens et crocodiliens par leurs vertèbres subbiconcaves. Nous étions donc en bonne voie, quand nous cherchions, en 1862 et en 1865, la caractéristique des types ostéozoaires, dans le centre vertébral; c'est aussi ce que nous allons faire dans l'établissement des types erpétologiques, et si maintenant nous revenons d'un coup d'œil sur l'ensemble des travaux accomplis dans l'histoire naturelle et la

classification des reptiles; nous reconnaissons que notre méthode est pleinement justifiée par les tentatives philosophiques et les travaux de zoologie les plus estimés.

En effet, en bornant à un type l'étude des homologies et des séries, nous restituons d'une part à Geoffroy Saint-Hilaire et à Blainville la plénitude des effets d'une conception abstraite dont la vérification ne doit être rigoureusement poursuivie que dans les dérivés d'un type concret bien authentique; d'autre part, nous consacrons les saines études directes de l'école de Cuvier; et, à cet égard, nous ne pouvons mieux terminer cette esquisse qu'en rendant hommage à la grande opération de Duméril sur les reptiles, dans laquelle, malgré le point de vue analytique, il a su respecter les principales conquêtes de la biologie, sauf la grave confusion entre les crocodiles et les lézards; et si nous avons quelque confiance dans la nouvelle méthode que nous proposons, c'est bien moins pour ce qui nous y est personnel que parce qu'elle est une inspiration du passé et qu'elle nous paraît concilier, au grand bénéfice de l'enseignement, les avantages de la méthode inductive et de la méthode déductive.

III

DÉTERMINATION INDUCTIVE DES TYPES ERPÉTOLOGIQUES.

L'induction la plus simple, sous l'inspiration de la forme, groupe l'ancienne classe des reptiles autour de quatre types bien distincts : la tortue, le lézard, le serpent et la grenouille. Cette distinction spontanée est motivée par un si grand nombre de considérations premières, qu'elle devait concorder, en grande partie, avec la science. Elle fut, en effet, justifiée par la classification de Brongniart, qui a résisté aux innovations pendant un demi-siècle, et qui a présidé encore, de nos jours, au plus grand travail analytique sur les reptiles. Cependant, une disposition plus inquiète dans la prévision ne tarde pas à susciter des différences graves sous le rapport du volume, de l'agilité et de la forme, entre le lézard et le crocodile.

L'attention une fois éveillée ne tarde pas à développer un assez

grand nombre d'objections que la littérature, la poésie et l'histoire viennent appuyer; et si le vague souvenir de la constitution générale des formidables ancêtres de la période secondaire vient s'ajouter à ce tableau, l'esprit ne tarde pas à démêler dans ce crocodile le représentant d'une race éteinte, et il ne doute plus d'une différence nécessaire entre notre gracieux lézard ocellé et le grave crocodile sacré d'Arsinoé. Là s'arrête l'induction ; l'aspect des geckotiens, la bizarrerie du caméléon, les ailes du dragon; n'éveillent que des images secondaires qui se fusionnent dans l'abstraction lézard.

Pour les serpents, pas de confusion ; venimeux ou non, vipères et couleuvres, tous doivent descendre du python de Latone. Même unité dans la conception des batraciens ; l'induction ne peut donc révéler que cinq types : la tortue, le crocodile, le lézard, le serpent et la grenouille.

La science, à partir de Blainville, a confirmé la distinction du crocodile par l'institution de l'ordre des émydosauriens ; mais, en découvrant dans les fossiles des formes nouvelles, elle a ouvert un champ plus large à l'induction, qui a bientôt créé, en tête des reptiles, le type ptérodactyle ; entre la tortue et le crocodile, le simosaure, le plésiosaure, le lasiosaure, l'ichthyosaure, et enfin, pour tout prévoir, le paléosaure, représentant une grande partie des sauriens de la période secondaire.

De toutes ces inductions, la plus fondée est sans contredit celle de l'ichthyosaure ; l'ensemble de son squelette établit entre lui et les sauriens une différence qui devait être aussi tranchée, peut-être, que celle qui séparait les cétacés des mammifères supérieurs. Mais la destination essentielle de notre travail ne nous permet pas d'inscrire, dans la ligne typique, des animaux dont nous ne pouvons pas assurer la constitution fondamentale ; à fortiori, nous éloignerons de cette ligne des êtres dont la détermination a souvent été faite sur des parties trop modifiables, telles que les dents et les appendices. Nous n'excepterons pas, par la même raison, le ptérodactyle, placé tour à tour, par Sœmmering et Hermann, parmi les chauves-souris ; par Blumenbach, parmi les oiseaux ; par Blainville, entre les oiseaux et les tortues ; nous nous conten-

terons de le considérer, avec Cuvier, comme un reptile volant de l'ordre des sauriens, sans imaginer néanmoins, avec Duméril, qu'il devait planer dans les airs comme les hirondelles. Notre détermination à priori embrasse donc l'ensemble des reptiles dans les dérivations de cinq types classiques : la tortue, le crocodile, le lézard, le serpent et la grenouille. Pour les quatre derniers, le choix spécifique se porte sans contestation sur l'antique crocodile d'Égypte, le *Suchus* ou *Souchis* de Strabon, le lézard vert ocellé, le python et la grenouille vulgaire ; mais, pour le premier, nous devons motiver le choix de la tortue franche comme type des chéloniens.

Rappelons d'abord l'exclamation enthousiaste de Lacépède : « Un des plus beaux présents que la nature ait faits aux habitants des contrées équatoriales, une des productions les plus utiles qu'elle ait déposées sur les confins de la terre et des eaux, est la grande tortue de mer, à laquelle on a donné le nom de *tortue franche.* »

Dans cet ordre de preuves, nous n'aurions qu'à ouvrir l'excellent mémoire lu en 1859, par M. Rufz, à la Société zoologique d'acclimatation ; mais notre détermination doit dépendre ici d'un point de vue tout zoologique et de la véritable notion du squelette de la tortue. Pour le vulgaire et pour beaucoup de zoologistes, ce qu'il y a de plus caractéristique dans une tortue, c'est la carapace, et, dans cette direction, les tortues de terre, qui sont les plus testacées, devraient offrir le meilleur type. Cependant la saine appréciation biologique de cet ordre de reptiles ne tarde pas à dévoiler, dans les squelettes de tortues, une sorte d'antagonisme entre le squelette proprement dit et le test, c'est-à-dire que la partie fondamentale du squelette est d'autant plus distincte que la carapace est plus légère, et réciproquement : de telle sorte que cette considération essentielle du test est contraire à la notion de tortue, qui doit même être instituée, abstraction faite de la carapace.

Si le devoir ne m'imposait pas un silence absolu sur le squelette de la *Sphargis* que j'ai pu admirer au Muséum, grâce à la bienveillance de M. P. Gervais, je pourrais ici développer et

démontrer plus largement la proposition que je viens d'énoncer ; mais je ne veux en rien atténuer l'originalité du travail que ce savant professeur prépare sur le squelette de la tortue luth, et si je me suis avancé jusqu'à dire qu'on peut concevoir la tortue sans test, c'est que cette notion résulte de mes propres travaux sur les parties les moins modifiables du squelette, et qu'à cet égard la *Sphargis* fournira la démonstration la plus éclatante. Mais, à défaut de la description exacte d'une tortue sans test, nous pouvons nous appuyer sur le cas inverse d'un ostéozoaire, qui n'est certainement pas une tortue, et qui porte une véritable carapace. Nous écarterons les tatous, à cause de la distinction trop facile entre la carapace dermique et le squelette ; mais on ne saurait contester la grande analogie de celle des glyptodons. Si nous considérons isolément la carapace exposée dans la galerie minéralogique du Muséum, il est impossible d'y méconnaître une relation saisissante avec celle des chéloniens, et ici les connexions de ce test avec le squelette sont nombreuses. M. Sénéchal, aide-naturaliste et conservateur des galeries d'anatomie, dont l'obligeance nous est si précieuse au Muséum, en a donné une description précise dans sa notice sur le *Glyptodon clavipes*. Nous ne pouvons mieux faire que de retracer ici sa description : « La solidarité entre le squelette et la carapace est presque équivalente dans le glyptodon et la tortue. L'influence d'un appareil protecteur analogue dans ces deux animaux si différents a déterminé dans leur structure osseuse de bien curieuses analogies qu'il est facile de démontrer... Les points d'appui fixes de la carapace, c'est-à-dire ceux avec lesquels cet appareil était presque en continuité avec le squelette, avaient lieu sur le sommet élargi des os des iles, sur la crête du sacrum, sur les ischions et une partie de leurs bords descendants. Les points d'adossement existaient sur les grands trochanters, sur la crête de la tubérosité extérieure du fémur, et peut-être un peu aussi sur le sommet du péroné ; sur les dernières côtes, qui d'ailleurs sont peu capables d'une grande résistance ; sur la partie antérieure de la crête que forment supérieurement les vertèbres dorsales ; sur un fort et volumineux tubercule constitué par la réunion des épines

de la première et de la seconde dorsale; sur l'acromion, et enfin sur la surface deltoïdienne de l'humérus. Il ressort de ces détails que la carapace du glyptodon était plus intimement assujettie en arrière qu'en avant; et nous savons, d'autre part, qu'elle était plus accumulée et plus épaisse aussi du côté du train postérieur. »

On le voit, M. Sénéchal a bien montré toutes ces analogies entre la tortue et le glyptodon, sous le rapport de la solidarité entre le squelette et la carapace, ce qui ne l'empêche pas de trouver ces deux animaux fort différents; c'est qu'en effet ils diffèrent pour la partie fondamentale du squelette. On peut facilement soulever la carapace d'un tatou et voir les grands caractères typiques qu'elle cache. On sépare moins facilement celle du glyptodon et celle des tortues, mais elle ne peut dérober à la biologie les vrais signes héréditaires du type. Quand nous aurons décrit la colonne vertébrale de la tortue, on pourra la rapprocher de celle du glyptodon, et l'on y trouvera une démonstration saisissante de cette grande loi morphologique qui règle les prétendus écarts de la nature.

Nous voici maintenant suffisamment fondés pour établir que la légèreté de la carapace de la tortue franche n'est pas une objection sérieuse contre l'ensemble de ses caractères vraiment typiques. Ajoutons enfin que la majorité des espèces de l'ordre des tortues est aquatique, et que la chélonée franche, par rapport aux autres chélouiens, réalise les conditions statiques et dynamiques les plus favorables à la vie thalassique, et qu'elle concilie par conséquent les meilleures indications de la biologie avec celles de la renommée.

(La suite au prochain numéro.)

Le propriétaire-gérant :

GERMER BAILLIÈRE.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

ANATOMIE NORMALE.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

PHYSIOLOGIE NORMALE.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

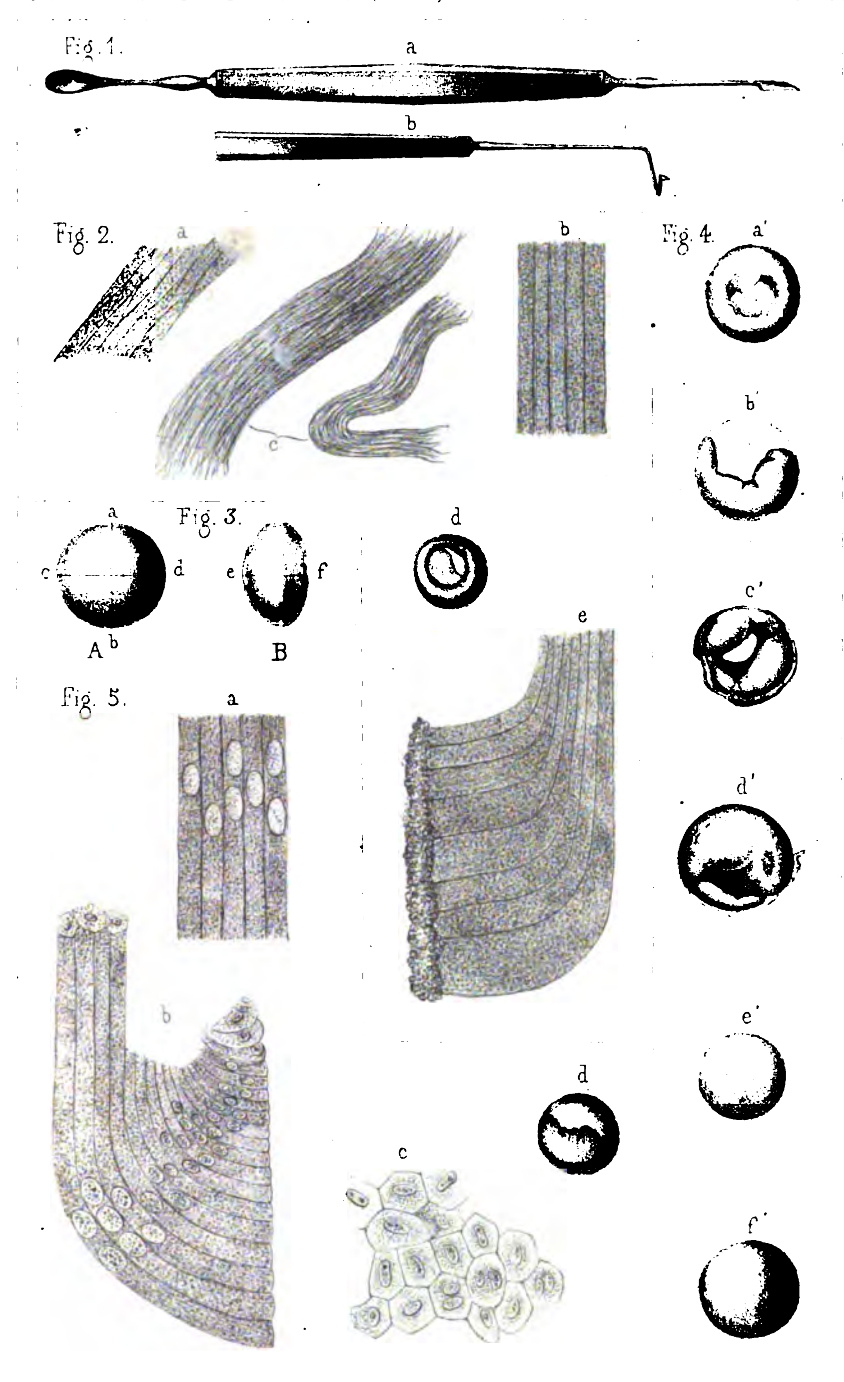
TABLE DES AUTEURS.

FIN DE LA TABLE DES AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES.

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

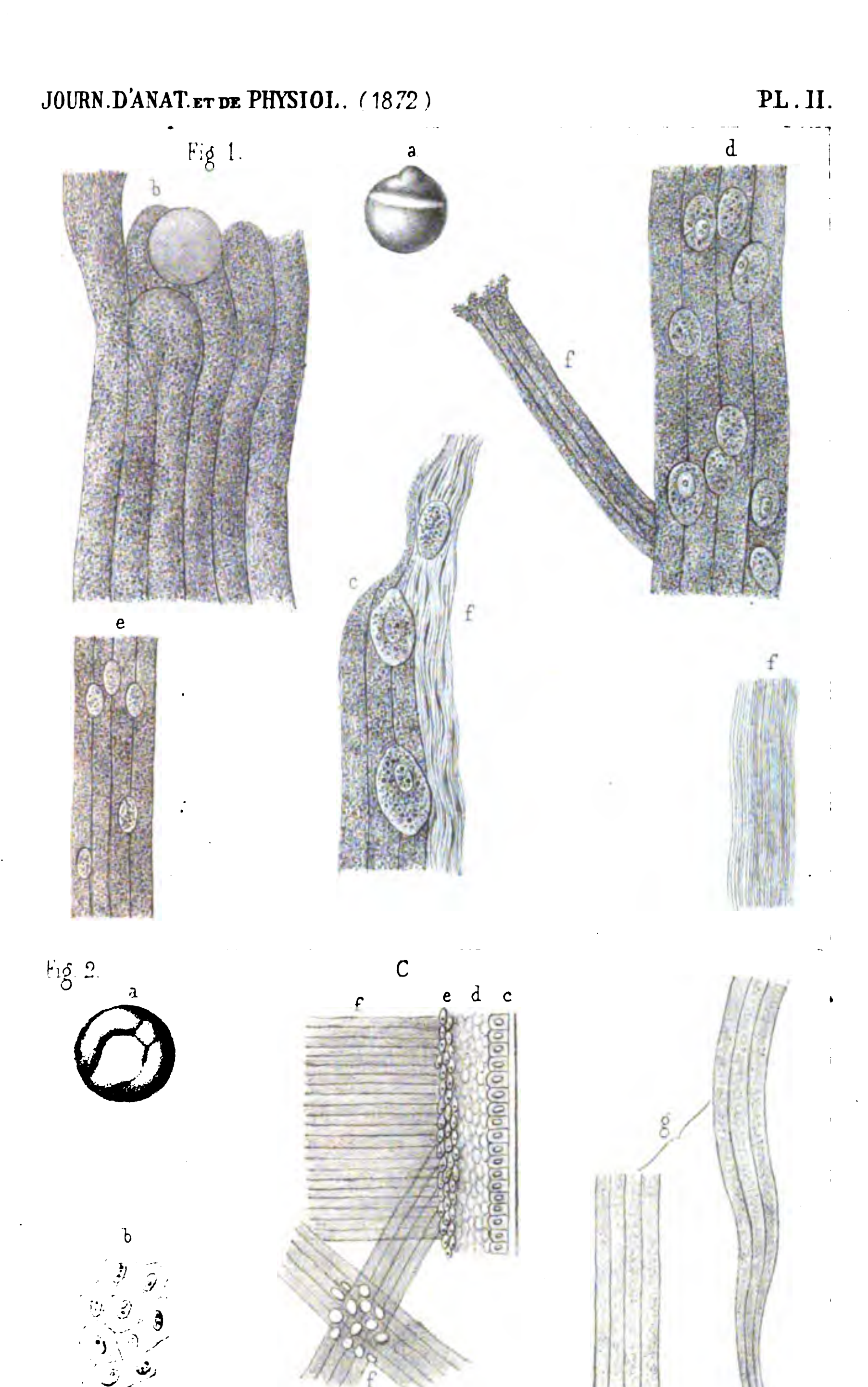


P. Lackerbauer d'après les dessins de l'auteur

Imp. Becquet à Paris

Régénération du Cristallin.

Germer Baillière Libraire à Paris.

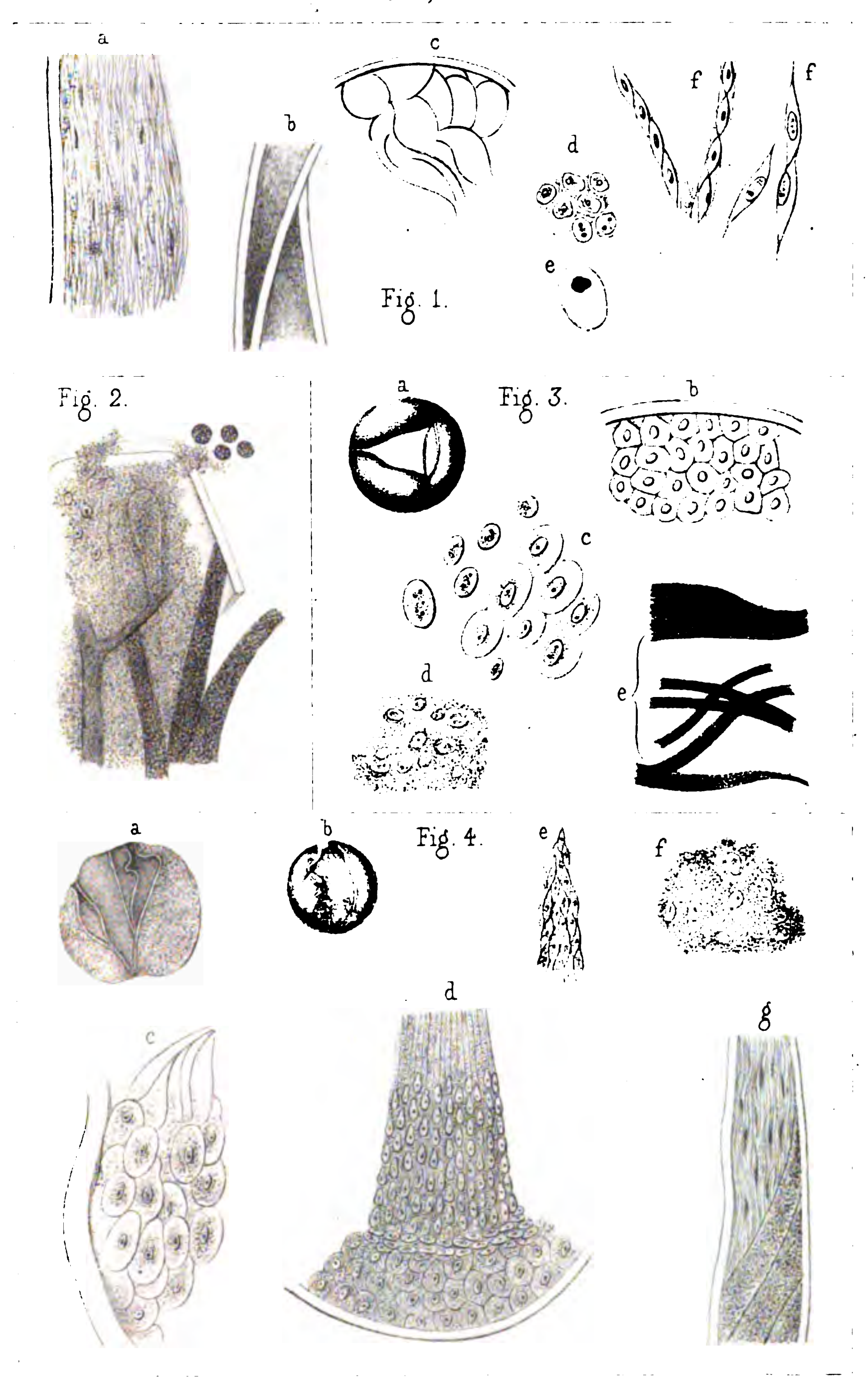


P. Lackerbauer d'après les dessins de l'auteur

Imp. Becquet à Paris.

Régénération du Cristallin.

Germer Baillière, Libraire à Paris

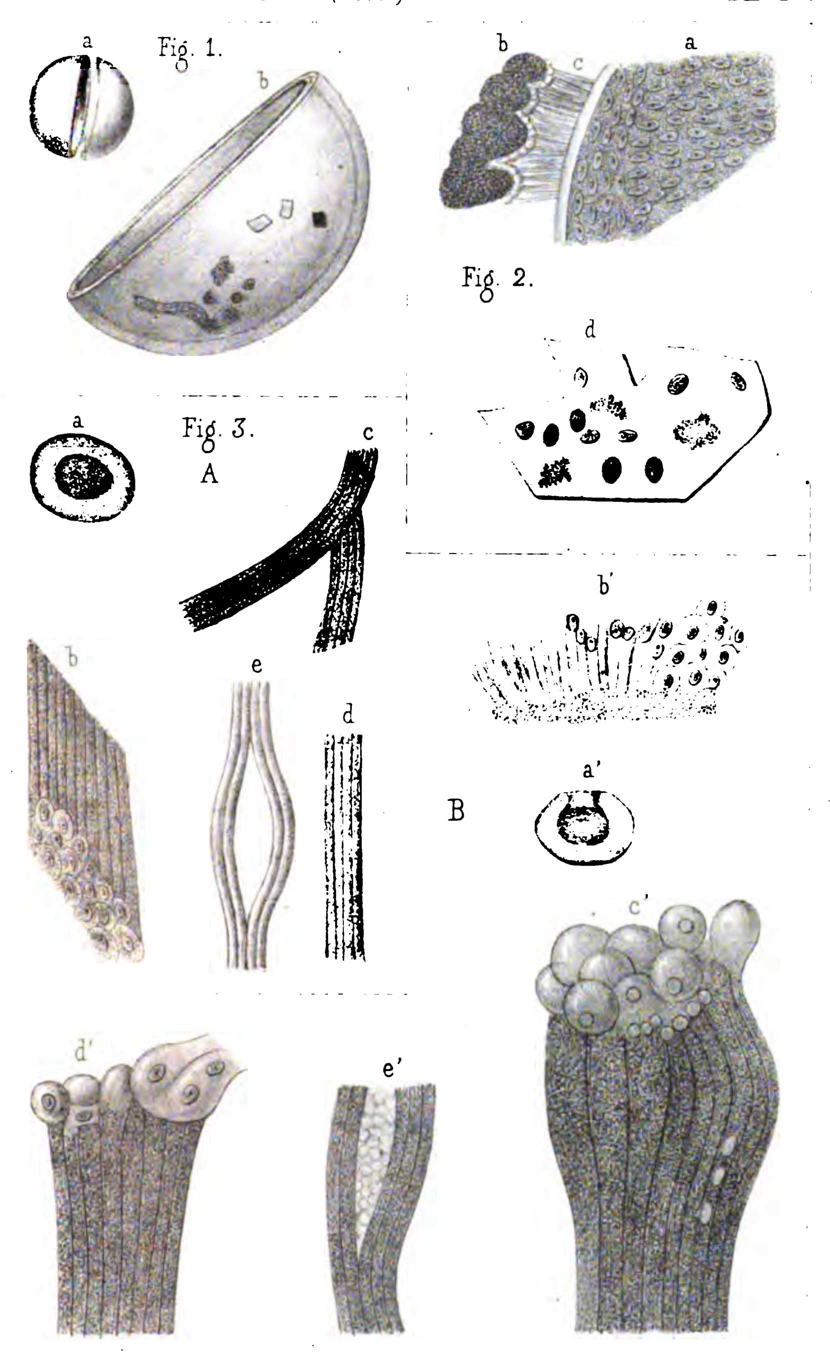


Lackerbauer d'après les dessins de l'auteur.

Imp. Becquet à Paris.

Régénération du Cristallin.

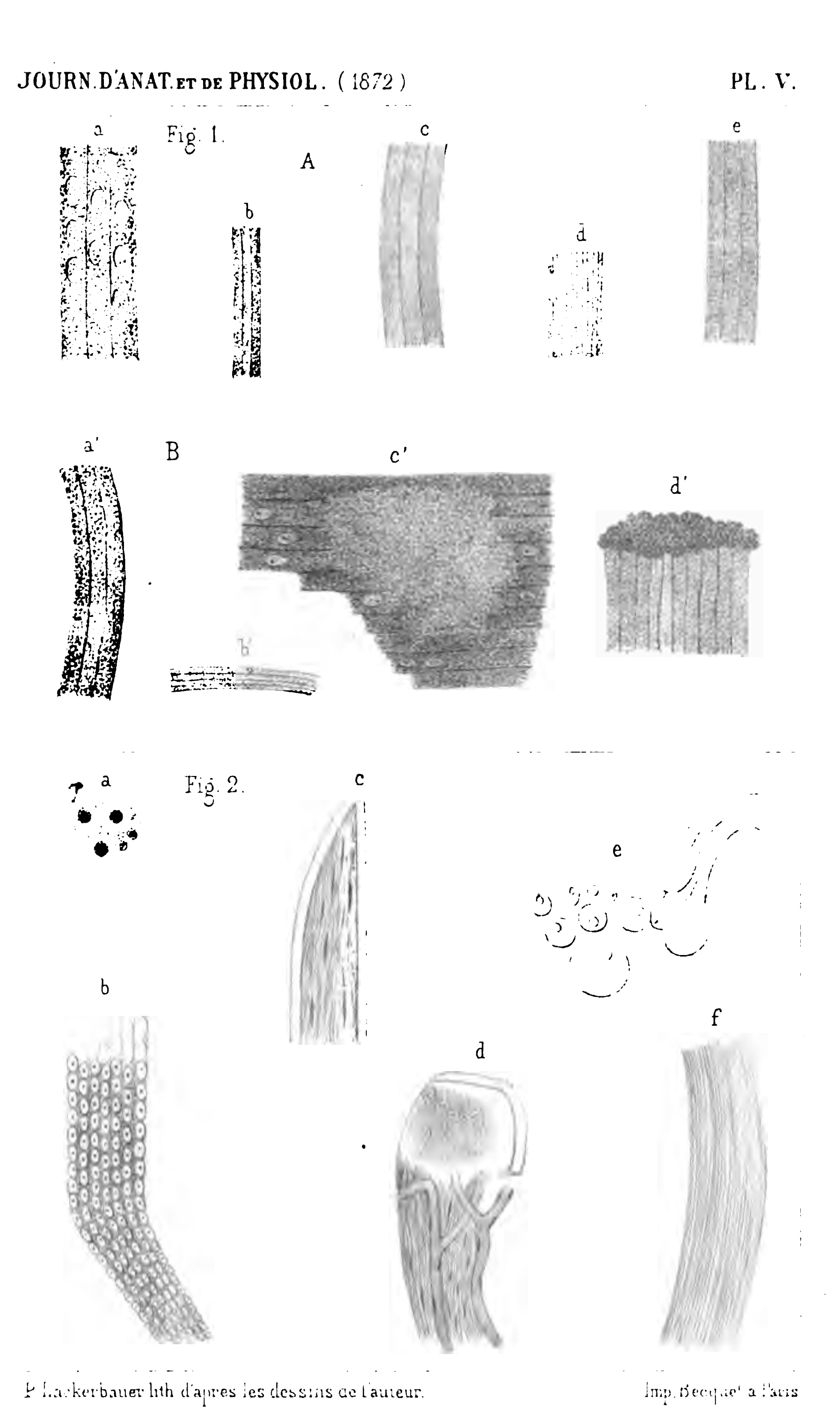
Germer Baillière Libraire à Paris



P. Lackerbauer d'apres les dessins de l'auteur. Imp Becquet a Paris.

Régénération du Cristallin.

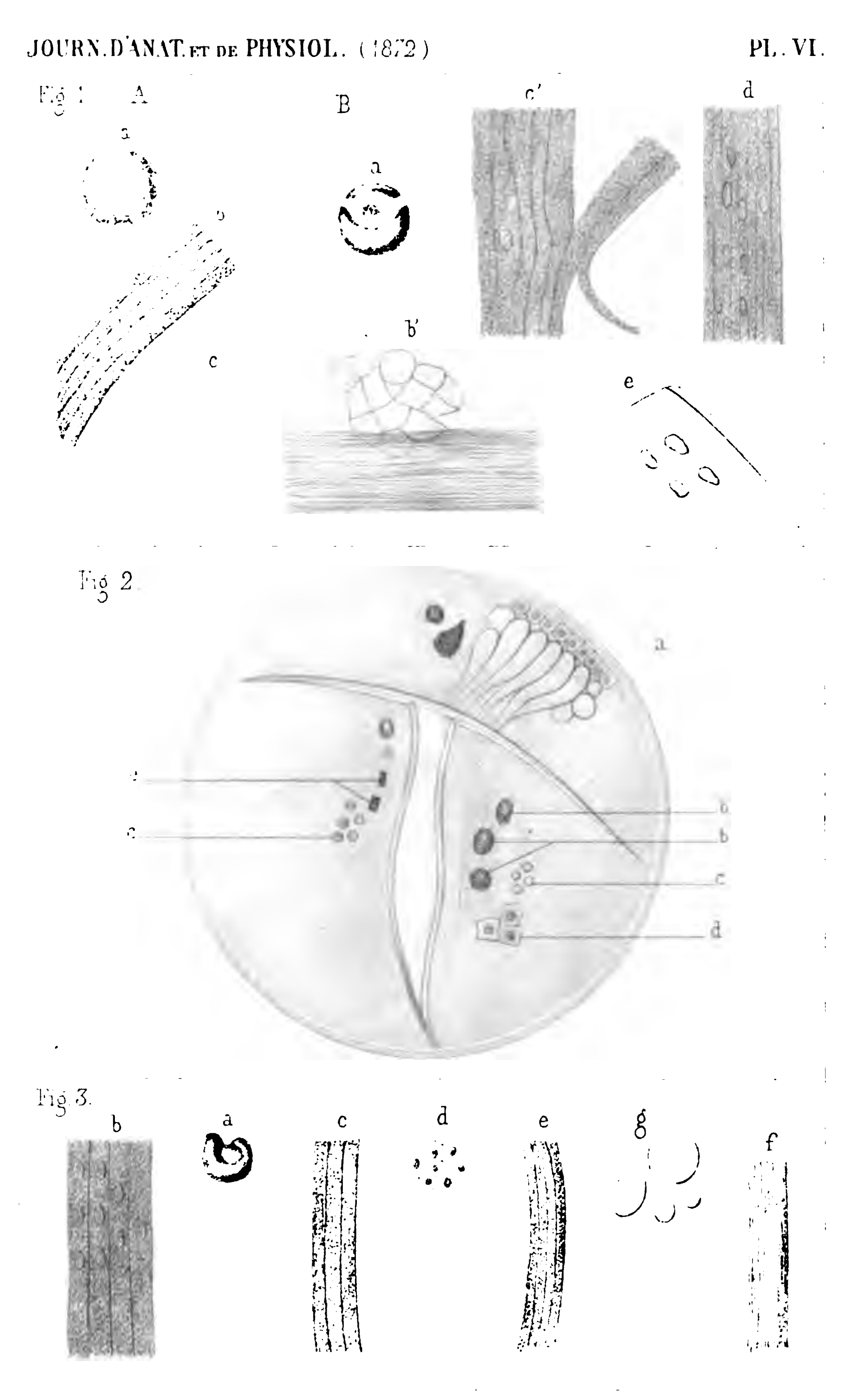
Germer Baillière Libraire à Paris.



P. Lackerbauer lith. d'après les dessins de l'auteur. Imp. Becquet à Paris

Régénération du Cristallin.

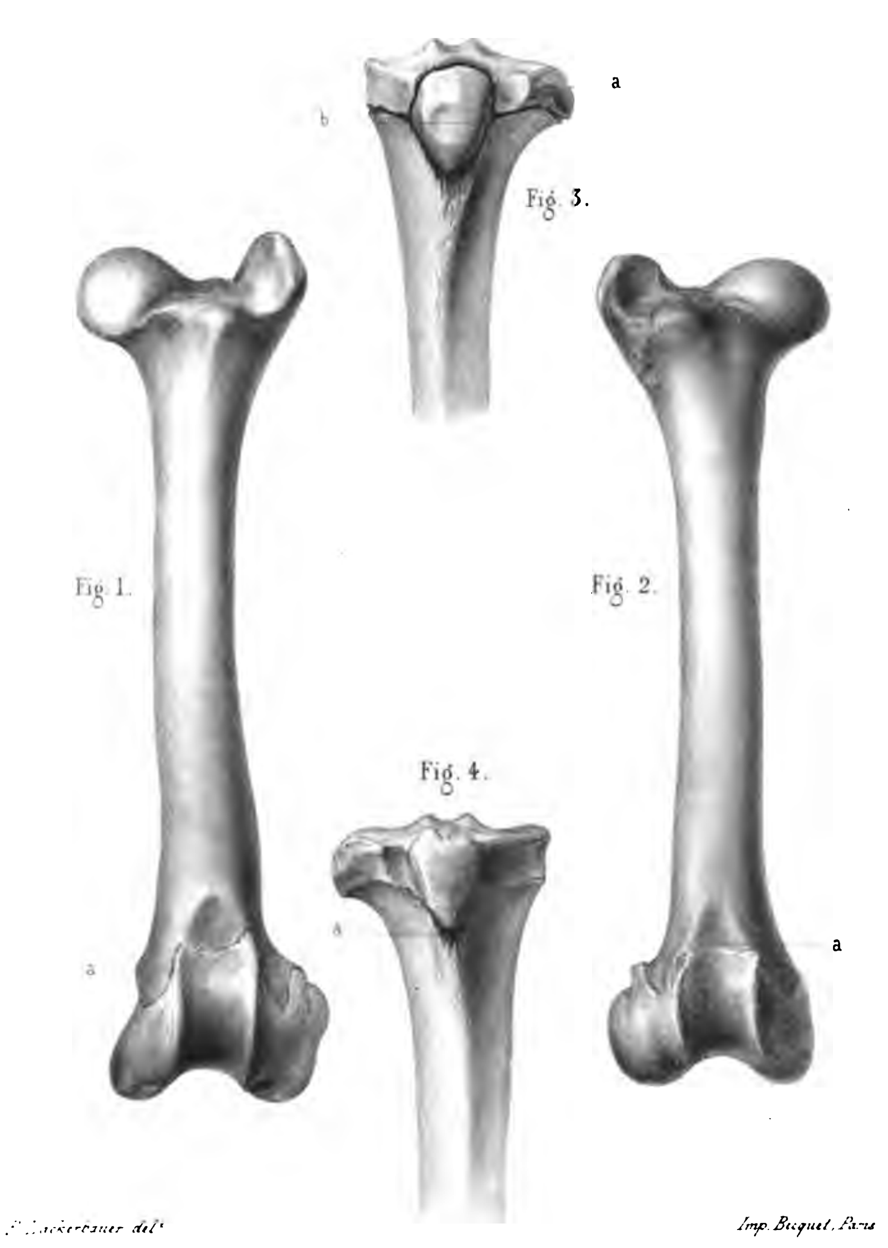
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Lackerbauer d'après les dessins de l'auteur. Imp. Becquet à Paris.

Régénération du Cristallin.

Germer Baillière, Libraire à Paris



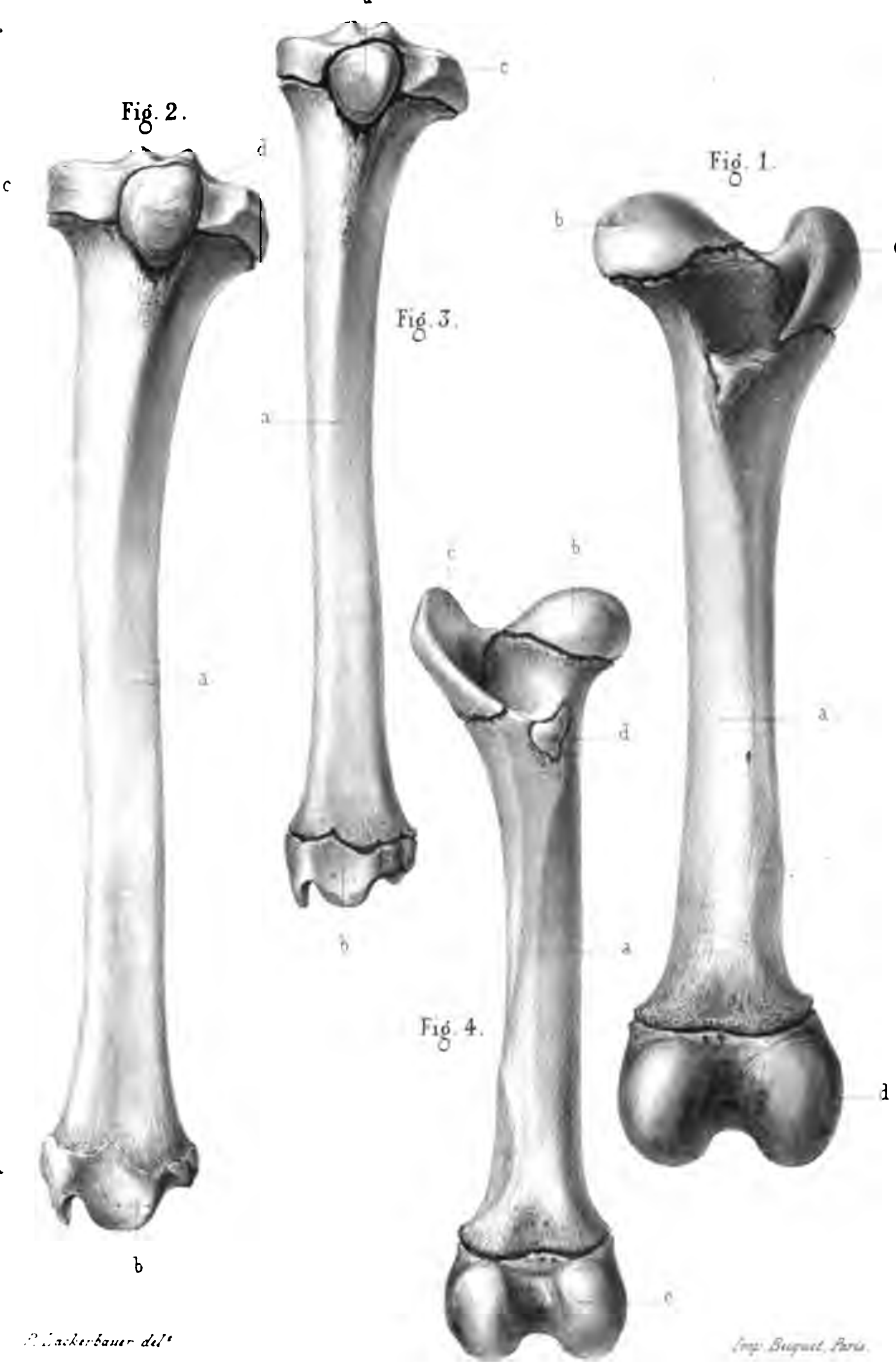
F. Lackerbauer del.

Imp. Becquet, Paris

3/4 de grandeur naturelle.

Développement précoce des animaux domestiques.

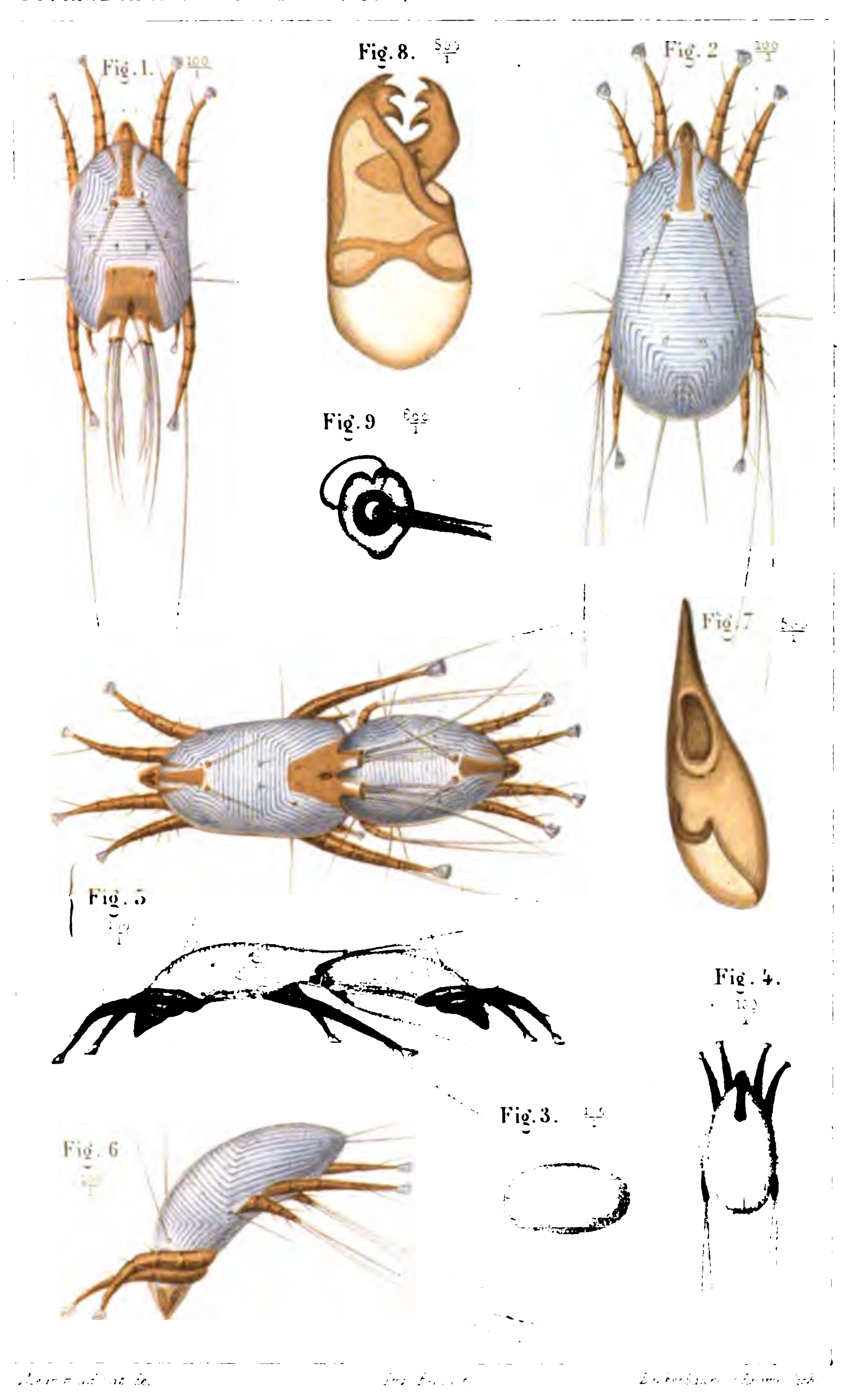
Germer Baillière Libraire Editeur, Paris



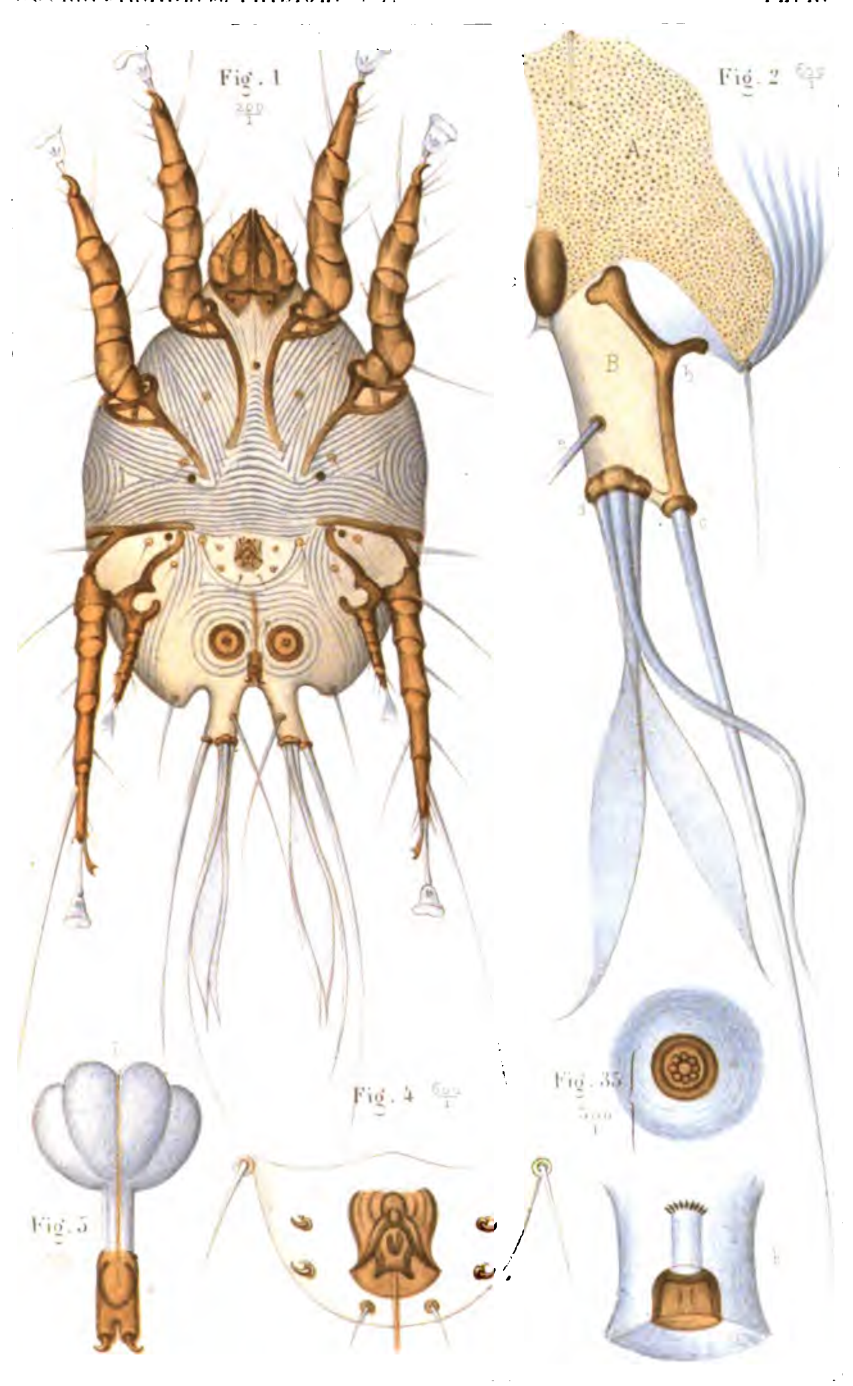
3/4 de grandeur naturelle.

Développement précoce des animaux domestiques.

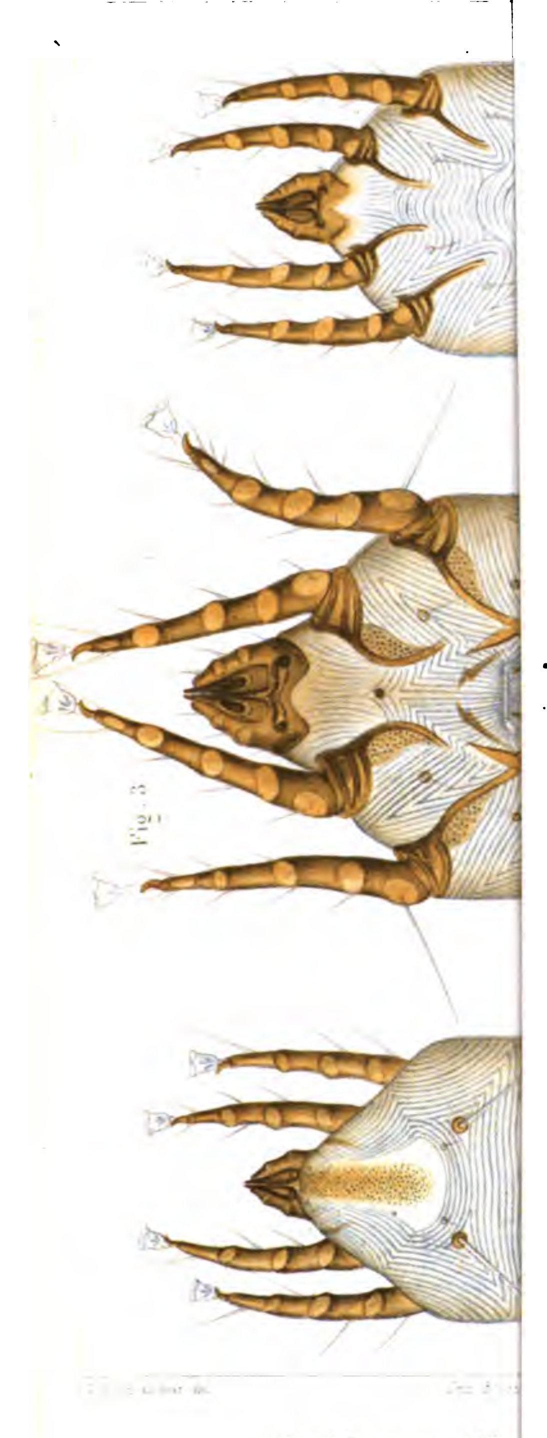
Germer Baillière Libraire Editeur, Paris



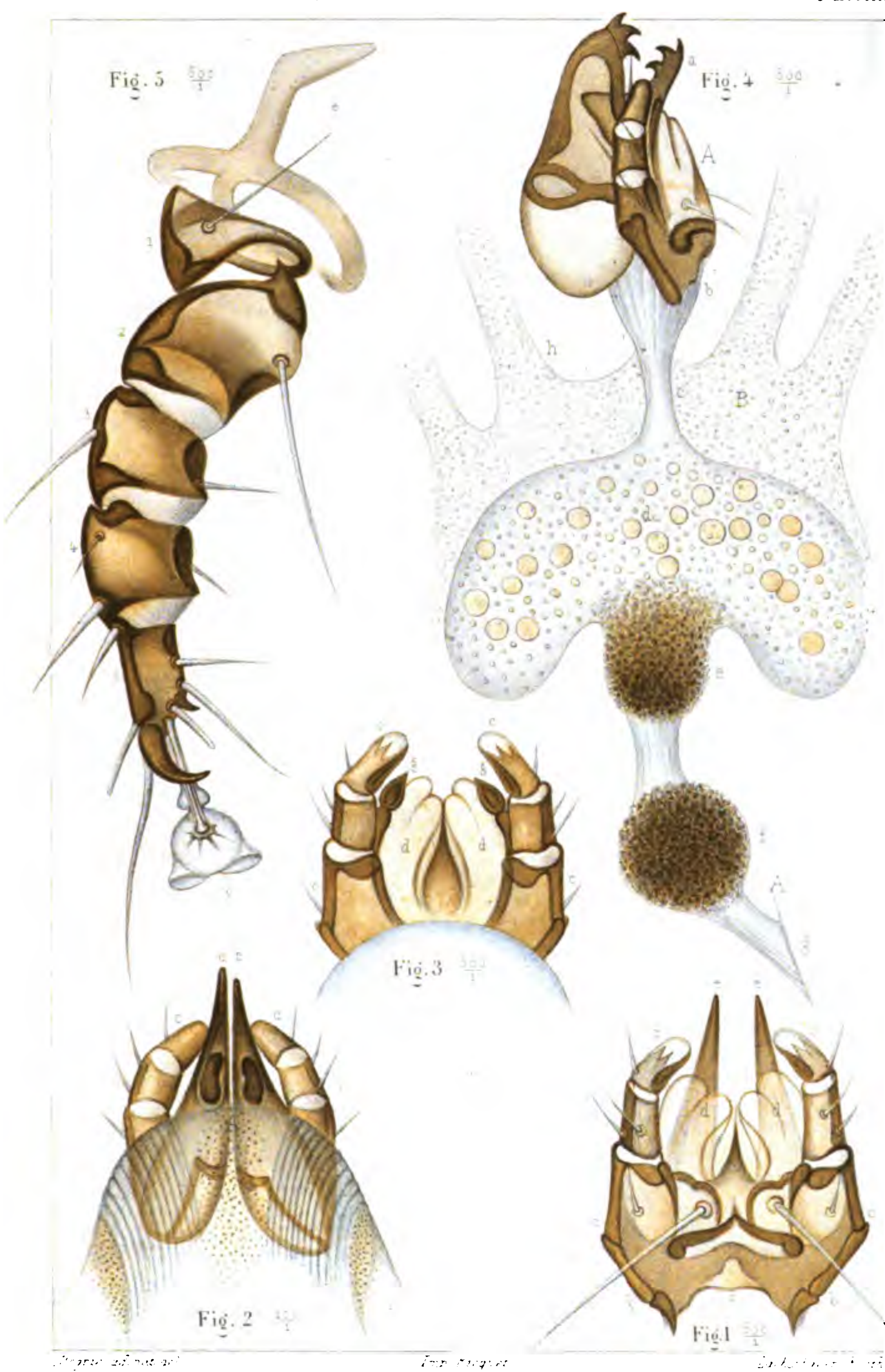
Symbiotes Spatiférus. (Mégnin)



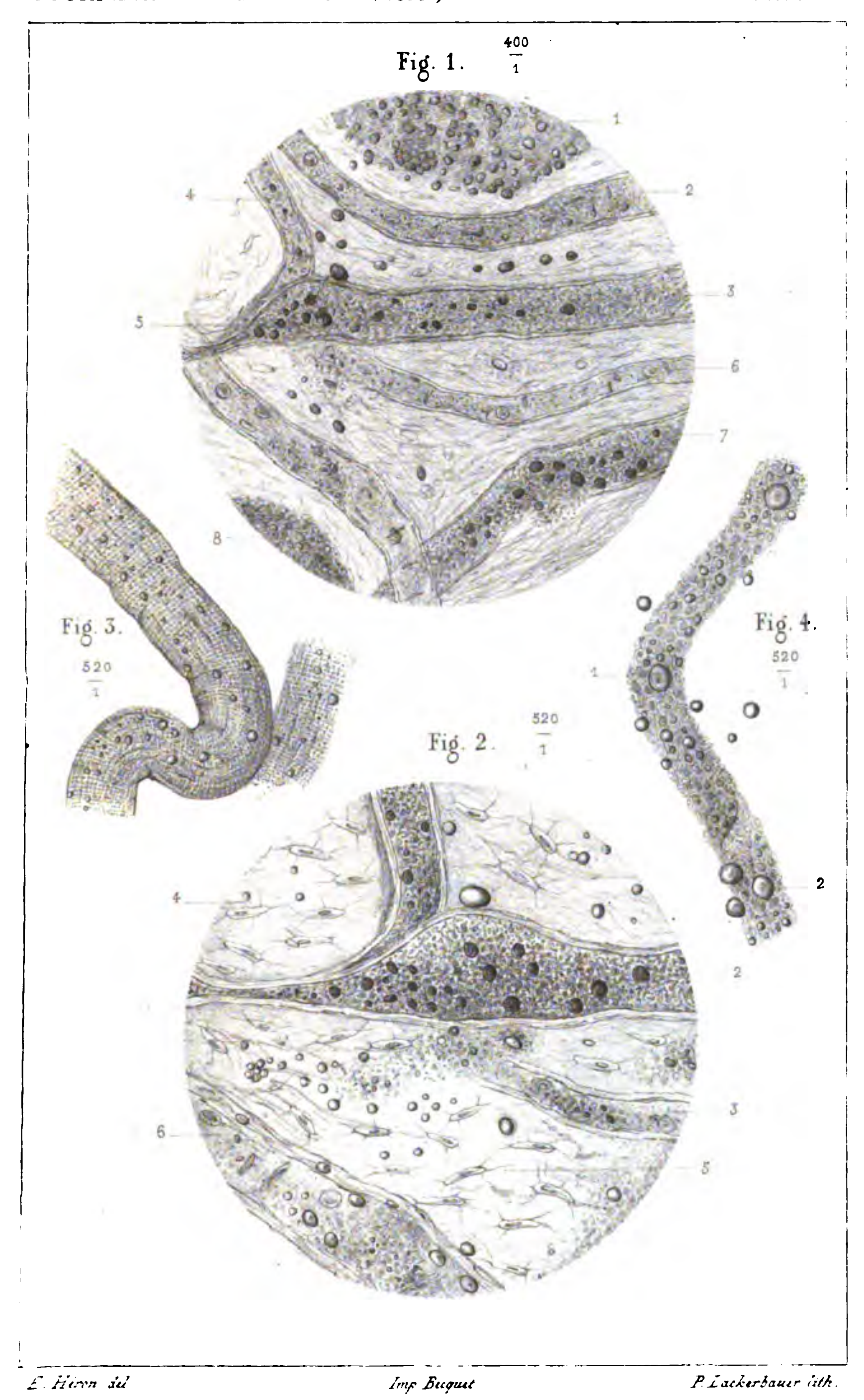
Symbyotes Spatiférus. (Mégnin)



Symbiotes spatifer



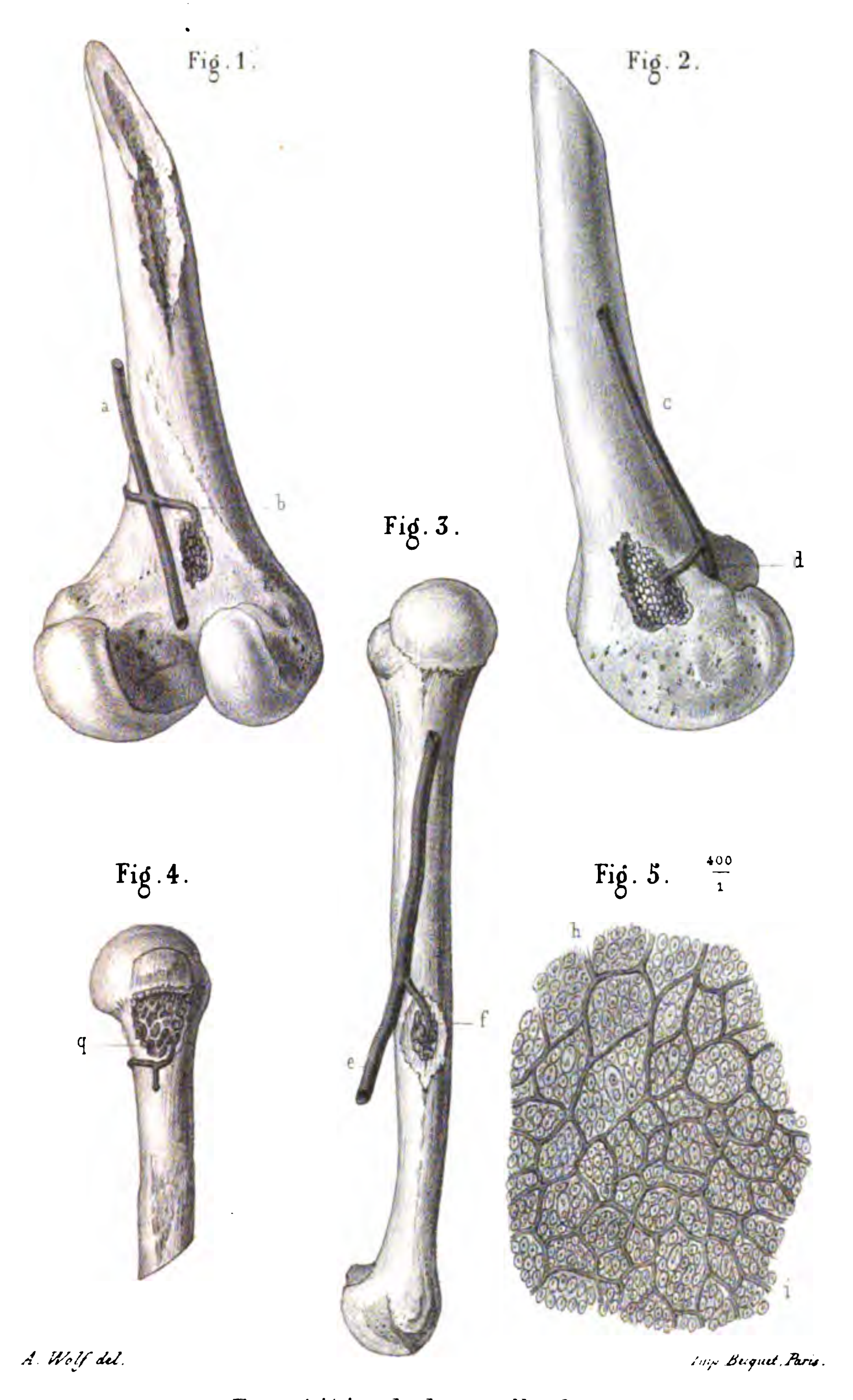
Symbiotes spatiferus. (Mégnin)



E. Hirn del. Imp. Bequet. P. Lackerbauer lith.

Ictère grave. Lésions anatomiques.

Germer Baillière Libraire à Paris



A. Wolf del. Imp. Becquet, Paris.

Propriétés de la moelle des os.

Fig. 6. $\frac{2}{3}$

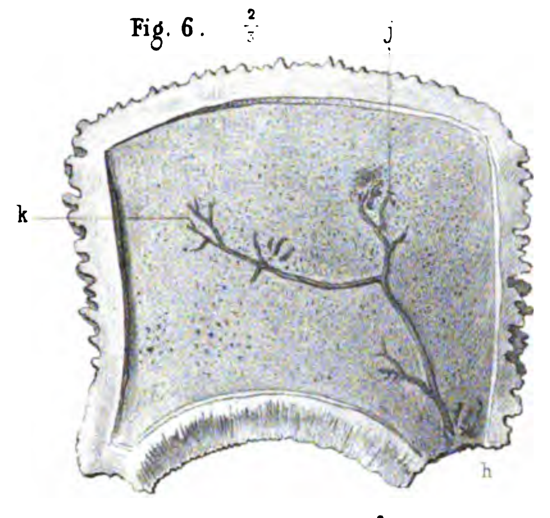
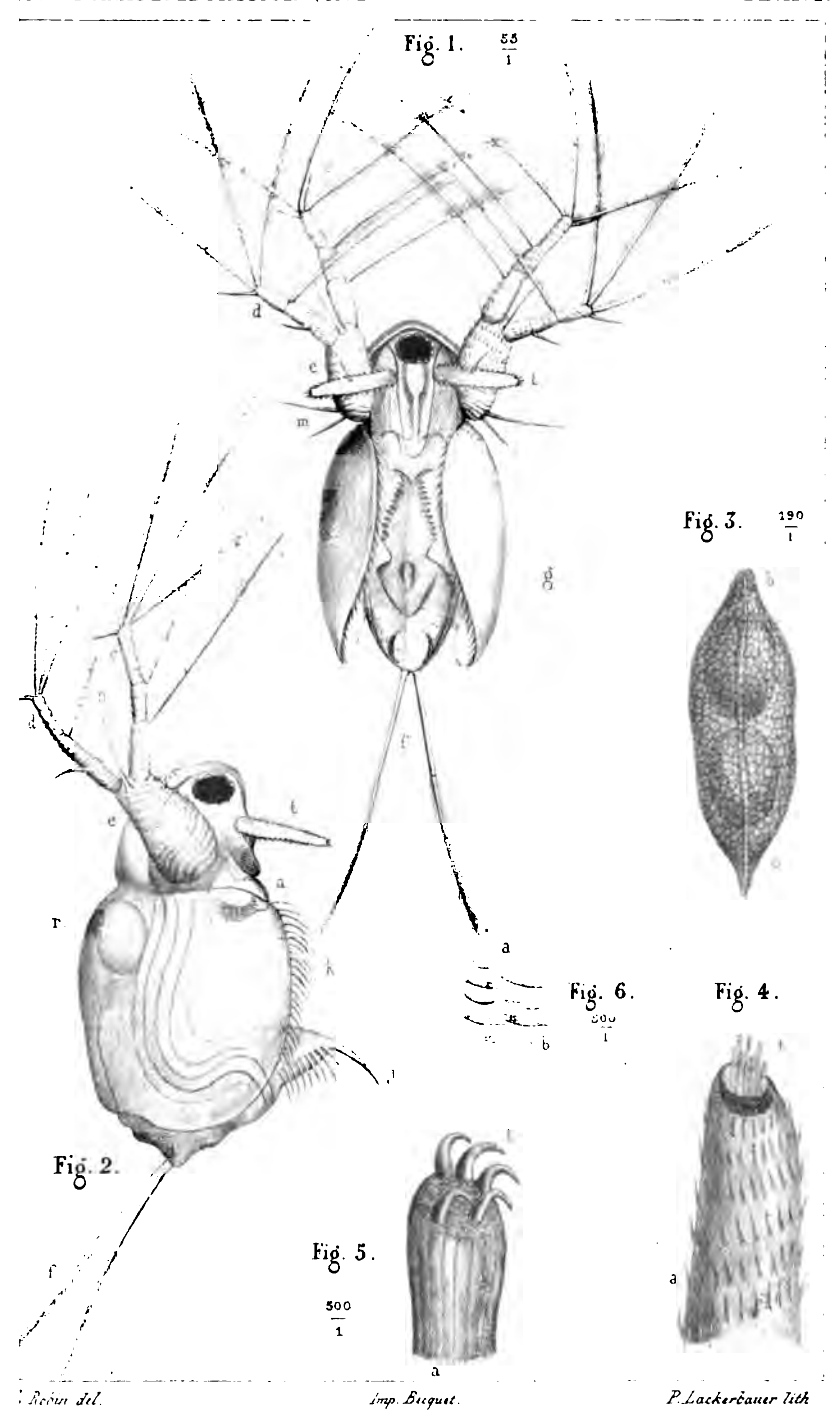


Fig. 7. $\frac{2}{3}$



A. Wolf del. Imp. Becquet, Paris.

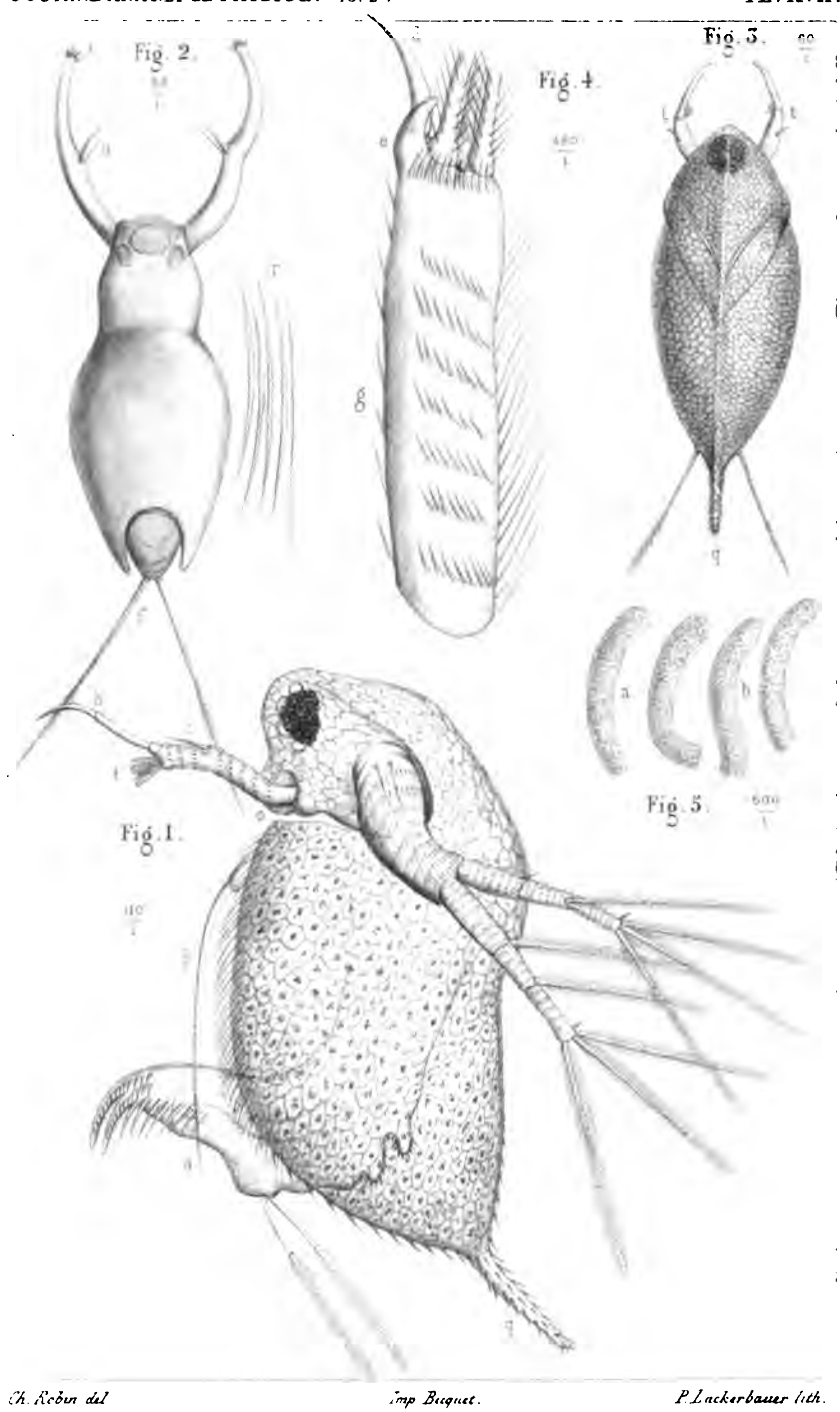
Propriétés de la moelle des os.



Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Etudes sur les Daphnies.

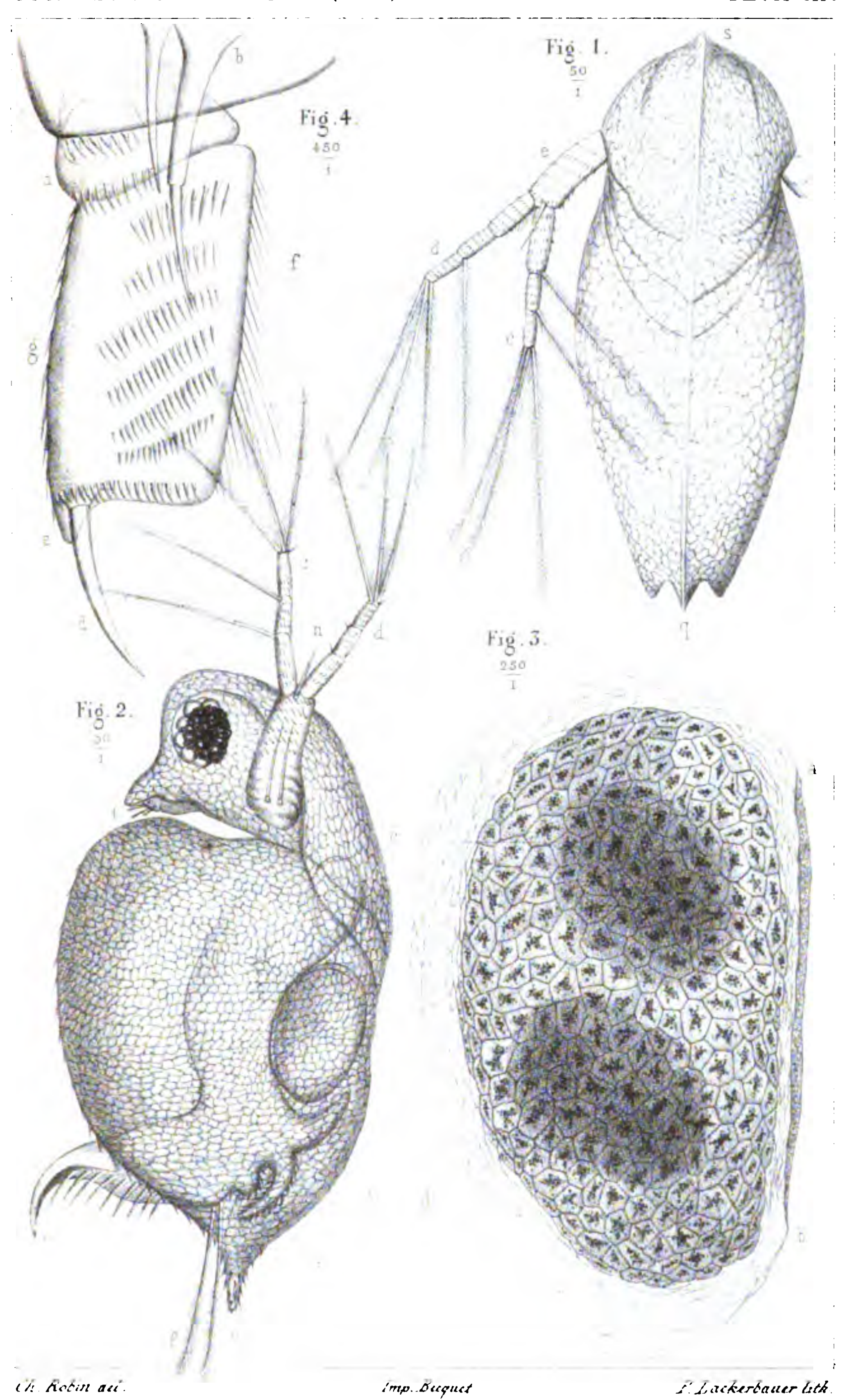
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Etudes sur les Daphnies.

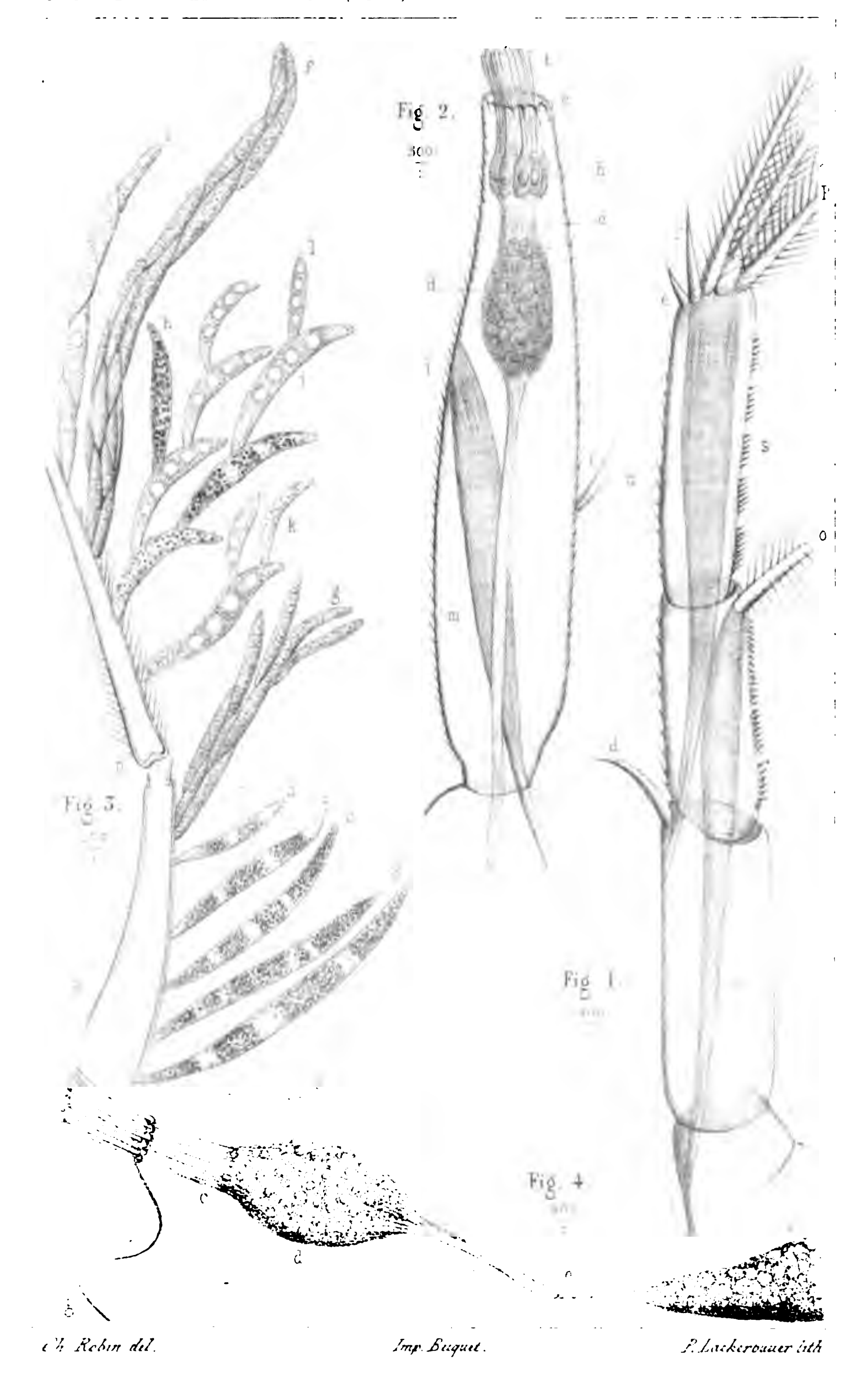
Germer Baillière Libraire à Paris



Ch. Robin del. Imp. Buquet F. Lackerbauer lith.

Etudes sur les Daphnies.

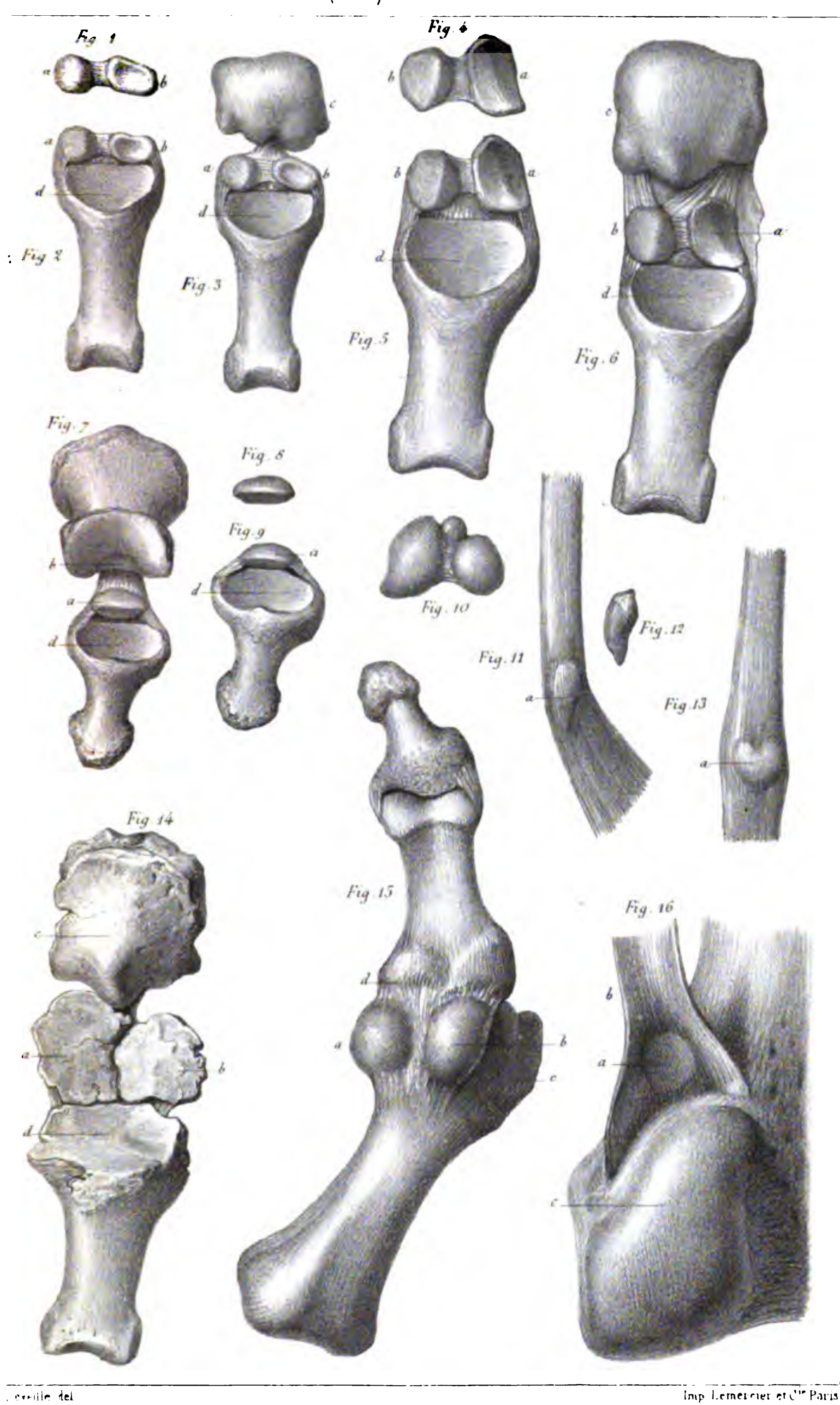
Germer Baillière. Libraire à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Buquet. P. Lackerbauer lith.

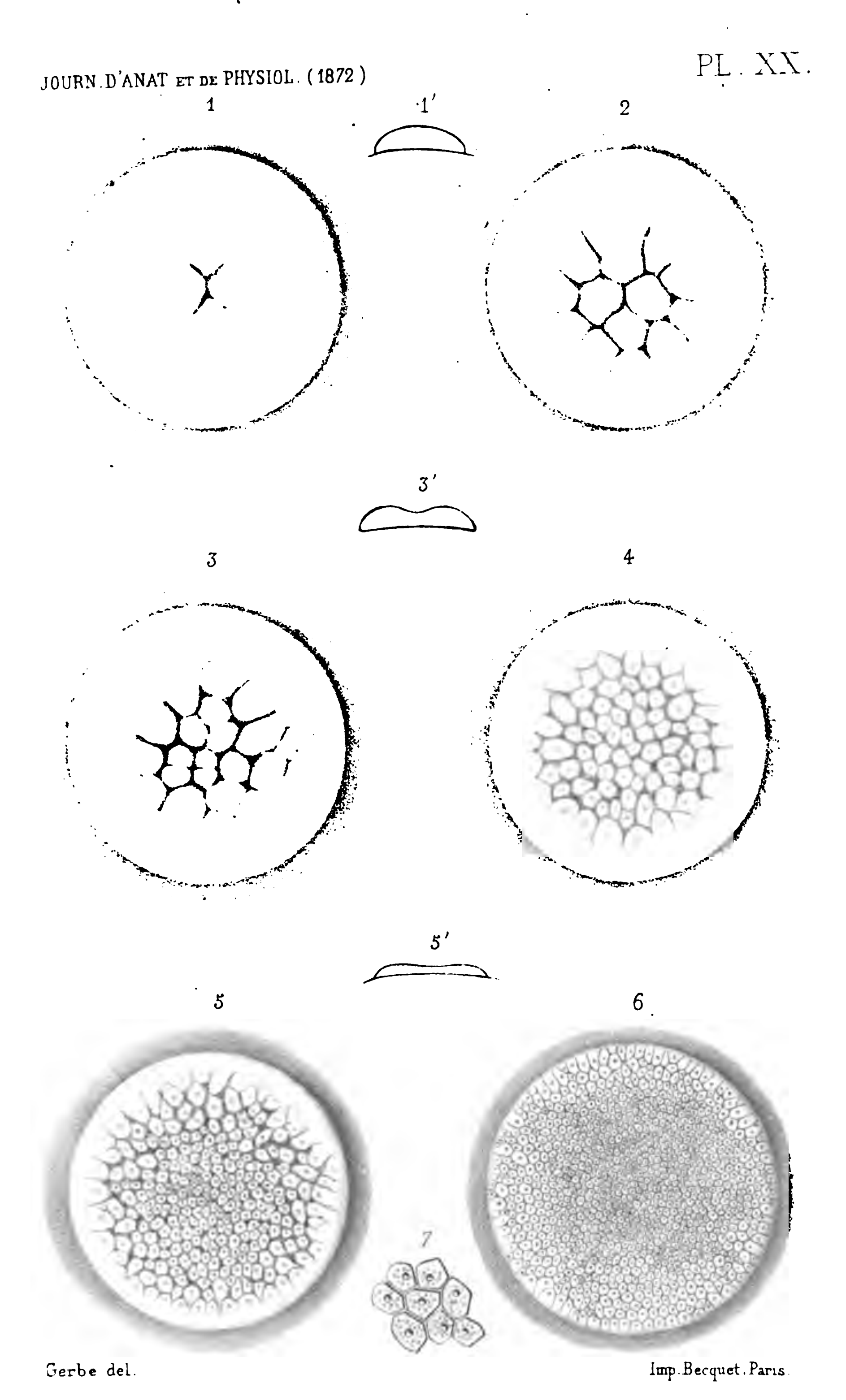
Etudes sur les Daphnies.

Germer Baillière Libraire à Paris.



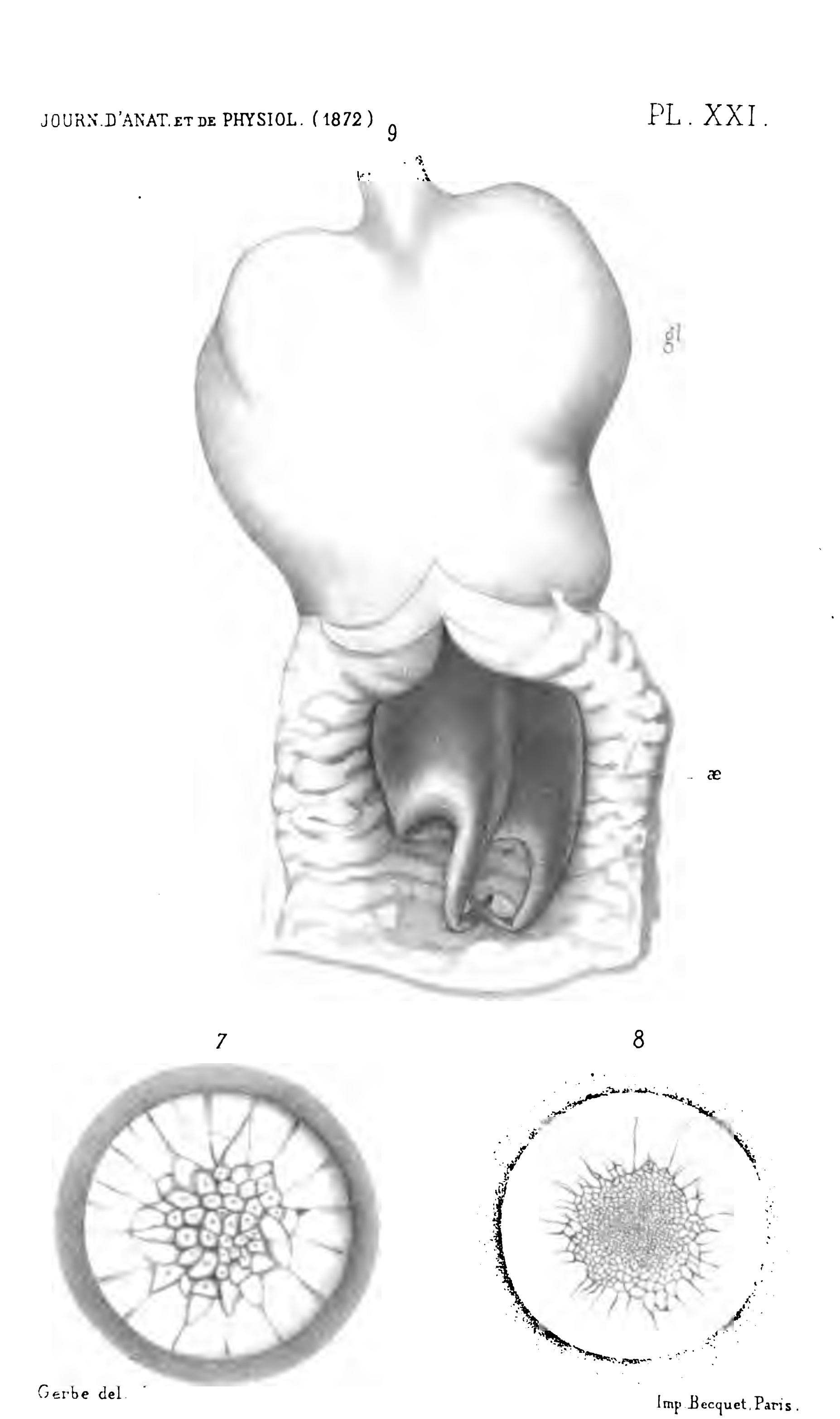
Léveillé del.   Imp. Lemercier et Cie Paris

Os Sésamoïdes.



Segmentation de l'œuf des Raies.

Germer Baillière Libraire à Paris

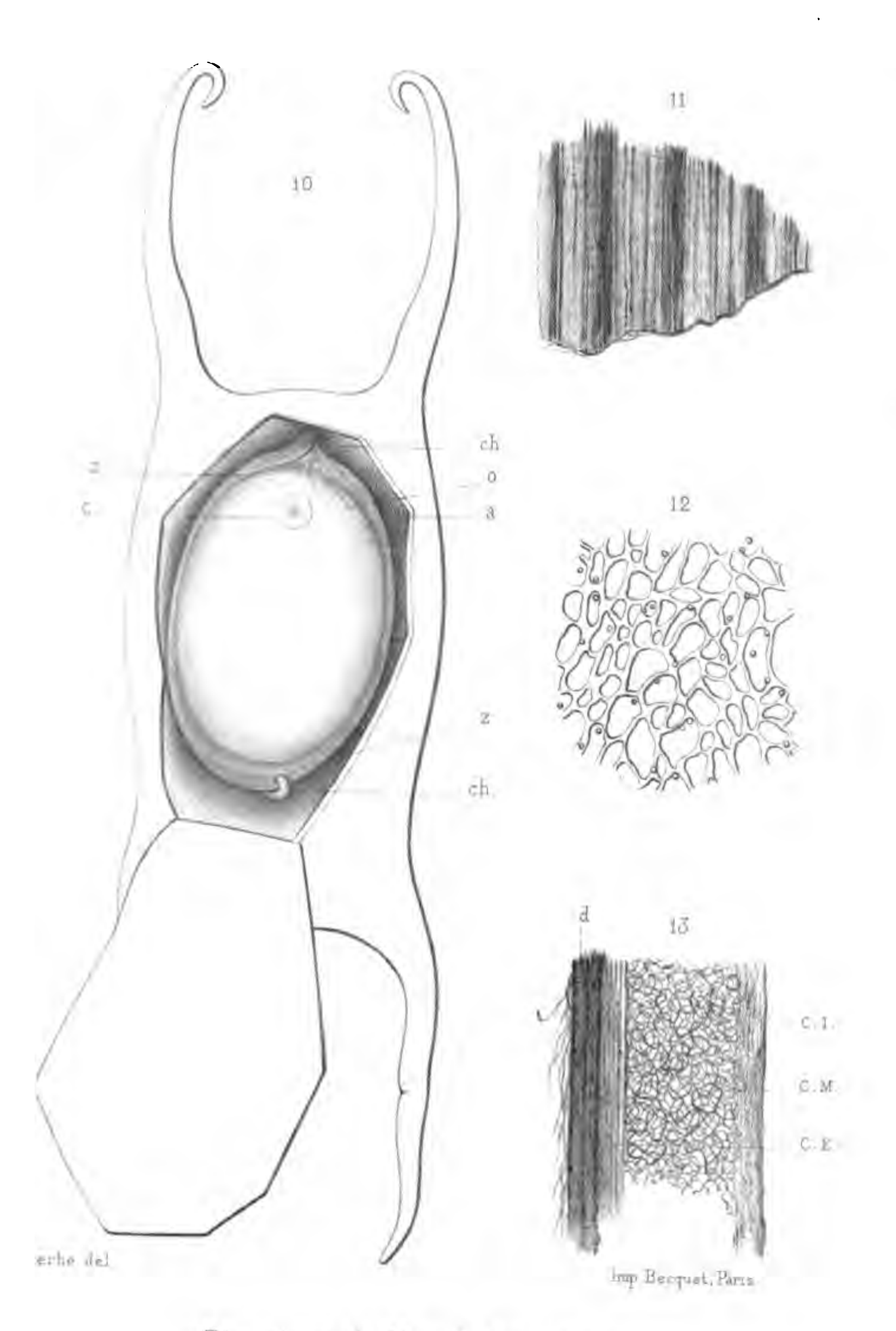


Gerbe del.

Imp. Becquet, Paris.

Reproduction des Raies.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Structure de l'œuf des Raies.

Germer Baillière Libraire à Paris.